

www.radio.msk.ru
www.paguo.ru
4•2001
РАДИО
АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ
Наилучшие пожелания читателям «Радио»!
Сергей Крикалев
(борт МКС)
Кодовый замок на ИК лучах
ПЛИС фирмы Xilinx
Как записать звуковой файл в ПЗУ
Ремонт видеомагнитофонов
Диоды Шотки
... и еще 27 конструкциий
4
2001
ISSN-0033-765X
9 770033 765009

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Космонавт Сергей Крикалев проводит радиосвязи с радиолюбителями Земли с борта Международной космической станции. Фото и приветствие читателям журнала "Радио" получены непосредственно с борта МКС по каналам цифровой связи. Материалы, посвященные Дню космонавтики и Международной космической станции, читайте в номере на с. 4, 5 и 59.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

Модернизация телевизоров 3—5 УСЦТ
Октан-корректор на базе вариатора фазы
Источник бесперебойного питания
Преобразователи напряжения на микросхеме 1211ЕУ1

Тираж журнала "Радио" № 3 сдан в ОАО "Роспечать" для рассылки подписчикам 20.03.2001

Издается с 1924 года

РАДИО

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

4•2001
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Главный редактор Ю. И. КРЫЛОВ

Корректор Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Обложка: Ю. В. СИНЕВ
Верстка: В. П. ОБЪЕДКОВ, Е. А. ГЕРАСИМОВА

Адрес редакции:
103045, Москва, Селиверстов пер., 10
E-mail:radio@paguo.ru

Группа работы с письмами — (095) 207-31-18
Группа рекламы — (095) 208-99-45,
тел./факс (095) 208-77-13; e-mail: advert@paguo.ru

Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: sale@paguo.ru
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ №7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных объявлений

Подписано к печати 14.03.2001 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032

Отпечатано в ОАО ПО "Пресса-1", 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. "Правды", 24. Зак.**712**

12 апреля – День космонавтики

40 лет пилотируемой космонавтике

"ПОЕХАЛИ!" Именно с этого восклицания Юрия Гагарина сорок лет назад открылась новая историческая эпоха. Люди перестали быть пленниками Земли. Стало сбываться замечательное предвидение нашего соотечественника Константина Эдуардовича Циолковского: "Человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство".

Академик Несмеянов, открывая 15 апреля 1961 года пресс-конференцию, посвященную выходу человека в Космос, подчеркнул, что космический корабль был оснащен всем необходимым для безопасного полета человека и его благополучного возвращения. Надо ли говорить, что основную роль в этом сыграло радиотехническое оборудование космического корабля. Для большинства людей полет в космос ассоциируется с эффектными кадрами хроники со стартовых площадок — с пламенем и ревом двигателей ракеты, уносящей космический корабль на орбиту. Но блестящие инженерные решения тех, кто создает ракеты и космические корабли, беспомощны без внешне неэффектной и незаметной стороннему наблюдателю работы радиотехнических систем.

А вот слова самого Юрия Гагарина: "Роль радиосвязи в данном полете я оцениваю очень высоко. Связь позволила мне вести постоянное общение с Землей, принимать команды, передавать с борта корабля информацию о работе всех систем, передавать наблюдения".

На космическом корабле "Восток" было множество радиотехнических систем, а четыре из них были напрямую связаны с обслуживанием космонавтов. Прежде всего необходимо назвать систему радиосвязи с космическими кораблями "Заря". Она оказалась настолько эффективной и надежной, что проработала без особых изменений много лет. Эта система имела два коротковолновых канала в полосе частот от 8 до 28 МГц и УКВ канал (с амплитудной модуляцией при передаче с Земли, с частотной модуляцией при передаче с борта). Аппаратура позволяла при необходимости вести работу и телеграфом с использованием обычного ручного ключа.

При пролете над территорией СССР задействовался УКВ канал, поскольку на всей территории страны было размещено достаточно наземных пунктов связи, с одного из которых всегда обеспечивалась прямая видимость космического корабля (при высоте орбиты 220 км она превосходит полторы тысячи километров!). КВ радиолиния, работавшая на различных частотах в зависимости от условий прохождения радиоволн, обеспечивала связь в остальное время. Для бортовых КВ передатчиков использовалась всенаправленная антенна из двух взаимно перпендикулярных штырей длиной по 3,8 м. При этом КПД антенной системы на высокочастотном крае используемой полосы частот был не хуже 75 %.

Надо отметить, что блоки системы "Заря" были выполнены в основном на полупроводниковых приборах (стержневые лампы использовались только в передающих трактах). Это было большим достижением по тем временам. Общий вес всех



За установление первой в истории человечества радиосвязи Космос — Земля Юрию Гагарину было присвоено почетное звание "Мастер радиоспорта". Удостоверение и значок вручил ему Председатель федерации радиоспорта СССР Эрнст Теодорович Кренкель.

блоков системы "Заря" был около 22 кг.

Радиотелеметрическая система "Сигнал" обеспечивала непрерывные контроль состояния космонавта и передачу данных о его самочувствии, пульсе и дыхании на Землю. Она же использовалась для пеленгации корабля, для радионаблюдений за траекторией полета, а также могла быть использована как система резервной радиосвязи. Бортовой передатчик системы работал на частоте 19,995 МГц при излучаемой мощности всего 1 Вт.

Успешная посадка и последующий поиск спускаемого аппарата были бы невозможны без использования эффективных радиосистем. К ним относится система радиообнаружения и пеленгации "Пеленг", работающая в КВ и УКВ диапазонах. Наземный КВ пеленгатор "Круг" служил для дальнего поиска на расстояниях до нескольких тысяч километров, в то время как подсистемы ближнего поиска точно определяли местоположение приземлившегося космонавта и обеспечивали его радиосвязь с поисковыми средствами.

Система "Радуга" включала в себя средства связи и пеленгации, придаваемые непосредственно космонавту. Они размещались в отделяемой части носимого аварийного запаса и в скафандре. Приборы системы "Радуга" автоматически включались при спуске космонавта на парашюте и обеспечивали определение его местонахождения в КВ и УКВ диапазонах (дальний и ближний поиск). Космонавт мог при этом вести радиосвязь (голосом и телеграфом) с поисковыми группами, а также проводить поиск спускаемого аппарата с помощью входившего в комплект коротковолнового пеленгатора.

О степени сложности всех систем космического корабля "Восток" говорит тот факт, что только в непосредственном распоряжении космонавта после спуска были три радиоприбора. Один из них включал в себя УКВ маяк и КВ передатчик (режимы — маяк или связной передатчик), второй — КВ пеленгатор и приемно-передающую радиостанцию, третий — КВ приемно-передающую радиостанцию (с возможностью использовать ее как маяк).

Несмотря на использование в основном германиевых транзисторов (П403, П13 и им подобных), радиоаппаратура нормально работала в интервале температур от −20 до +50° С!

Руководителем работ по созданию комплексной системы для обслуживания космонавта был Л. И. Гусев, а главными конструкторами отдельных систем этого комплекса — Ю. С. Быков (система "Заря"), А. В. Соморов (система "Сигнал"), Н. Н. Несвит (система "Пеленг") и Е. Р. Гальперин (система "Радуга").

Надо сказать, что упомянутые радиосистемы создавались отнюдь не на пустом месте. Отечественная космонавтика перед полетом человека в Космос прошла славный путь. Нет сомнения, что все последующие достижения космонавтики во многом обусловлены этим величайшим достижением отечественной науки и техники.

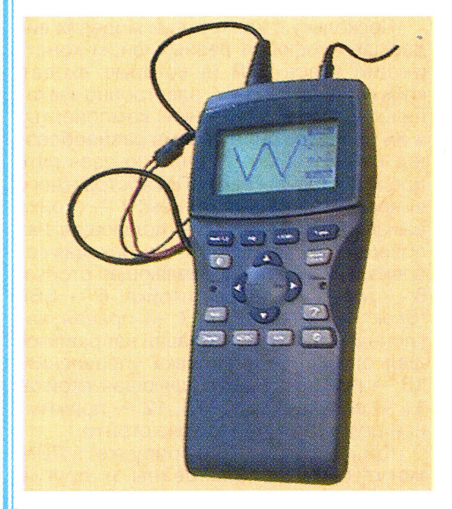
В ГОСТЯХ У ПОДШЕФНЫХ

22 февраля делегация редакции посетила в Подмосковье подшефный батальон связи. Журналисты подарили подшефным компьютер и телевизор.



ПОЗДРАВЛЯЕМ!

6 февраля на Интернет-сайте журнала "Радио" зарегистрирован юбилейный полумиллионный посетитель. Им стал учащийся технического лицея из Нижнего Новгорода Михаил Доронин. Он получил памятный подарок — цифровой осциллограф HPS5, любезно предоставленный одним из ведущих поставщиков электронных компонентов фирмой "Платан".





РЕМОНТ ВИДЕОМАГНИТОФОНОВ PANASONIC, HITACHI, TOSHIBA, SHARP, SONY

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

Многие неисправности в видеомагнитофонах возникают из-за дефектов в узлах, связанных с транспортировкой ленты. О том, как их устранять, и идет речь в публикуемой статье.

Продолжая рассказ о видеомагнитофонах SUPER DRIVE фирмы PANASONIC, рассмотрим функционирование устройств, ответственных за транспортирование ленты в лентопротяжном механизме (ЛПМ). Несмотря на большое разнообразие конструкций и схемотехники этих устройств в аппаратах различных фирм-изготовителей, у них много общего в характере проявления неполадок, связанных с поломками и отказами их элементов. Поэтому дальнейшее изложение причин неполадок в ЛПМ относится не только к аппаратуре фирмы PANASONIC, но и к видеомагнитофонам других изготовителей.

Дефекты в устройствах транспортирования ленты (УТЛ) составляют весьма существенный процент всех отказов видеомагнитофонов (особенно имеющих значительную наработку), чаще всего вызванных износом или поломкой механических узлов ЛПМ.

Поскольку в конкретных моделях видеомагнитофонов разных фирм конструкции узлов УТЛ (в которые входят, кроме механических, электронно-механические и электронные компоненты) и их расположение весьма разнообразны, на **рис. 1** схематично показан путь прохождения ленты в ЛПМ абстрактного видеомагнитофона. На нем: 1 — стойка рычага натяжения, 2 — подающая направляющая стойка, 3 — стирающая головка, 4 — левая направляющая стойка, 5 — левая наклонная стойка, 6 — БВГ (блок видеоголовок), 7 — правая наклонная стойка, 8 — правая направляющая стойка, 9 — головка управления, 10 — приемная направляющая стойка, 11 — ведущий вал (ВВ), 12 — прижимной ролик, 13 — обводные стойки.

Кроме указанных на рисунке, в ЛПМ могут быть использованы и другие элементы, например, антивибрационные балластные ролики перед головкой стирания 3 (механизм SUPER DRIVE фирмы PANASONIC) и после нее (видеомагнитофоны серии NV-FS фирмы PANASONIC), между роликом направляющей стойки 4 и наклонной стойкой 5 (в современных видеомагнитофонах фирм JVC, PHILIPS и др.).

На рисунке не показан ряд узлов ЛПМ, не контактирующих с лентой, однако играющих важную роль в обеспечении правильной транспортировки ленты: различные тормоза, узлы подмотки, шестерни, приводные ремни, подкатушники и др. К электронно-механическим элементам УТЛ относят стирающую головку 3, БВГ 6, головку управления 9 и двигатель ВВ. Электронные элементы входят в состав САР (системы автоматического регулирования) ВВ и системы управления видеомагнитофона.

По наблюдениям автора, эффекту "сползания" ленты более подвержены ролики, работающие в паре с "толстым" ВВ, например, в видеомагнитофонах PANASONIC SUPER DRIVE с диаметром ВВ 5,5 мм. Такие же ролики с диаметром ВВ 3 мм (видеомагнитофоны PANASONIC серий NV-J, NV-L, NV-F, NV-FS) работают нормально значительно дольше.

В общем случае деформированные ролики необходимо заменять на новые (их цена — 2...6 долл.). Ассортимент на радиорынках и в специализированных магазинах вполне достаточный. При заказе роликов через фирмы посылочной торговли указывают размеры (в миллиметрах): диаметр, высоту, диаметр втулки подшипника. В большинстве роликов применены подшипники качения, реже — скольжения. Иногда в шарикоподшипниках роликов появляются дефекты, приводящие к заеданиям и кратковременным остановкам. В таких случаях также необходима замена роликов.

При затруднениях с покупкой изношенные ролики можно реставрировать, отшлифовав их наждачной бумагой. Эту операцию проводят с использованием ручной или электрической дрели (на малых оборотах), закрепленной в тисках. Оправкой может служить винт подходящей длины (его головку отпиливают) и с диаметром, равным диаметру втулки ролика. Щечки (шайбы) для крепления должны иметь несколько меньший диаметр, чем у реставрируемого ролика.

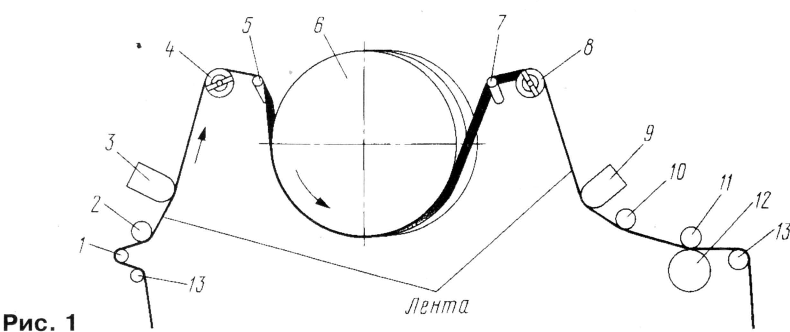


Рис. 1

Одними из главных "виновников" неполадок УТЛ в видеомагнитофонах можно считать прижимной ролик 12 и ВВ 11, причем неполадки часто вызывают порчу ленты. Обрезиненный прижимной ролик — неизбежная принадлежность ЛПМ видеомагнитофонов (как, впрочем, и аудиомагнитофонов). Никакого другого способа для транспортировки магнитной ленты пока не придумано.

Независимо от размеров и конструкции в процессе эксплуатации резина ролика деформируется: из цилиндрической форма ролика превращается в бочкообразную, но чаще в подушкообразную (середина вогнута). Это приводит к сползанию ленты вниз или вверх от исходного положения. Во многих случаях смещение ленты настолько значительно, что она портится на кромках направляющих стоек 10 или 13 (как говорят: аппарат "жует" ленту).

Сползание ленты на кромки направляющих стоек может быть вызвано не только износом роликов, но и другими причинами, например, при слишком сильном ее натяжении узлом подмотки, отклонении от вертикали головки управления, значительном износе подшипников ВВ и др.

Влияние износа подшипников ВВ особенно характерно для конструкций, имеющих подшипники только в нижней части вала. Так было выполнено большинство моделей 80-х годов производства различных фирм (кроме видеомагнитофонов PANASONIC). В процессе эксплуатации из-за постоянного давления прижимного (пружиной) ролика на вал в подшипниках образуются выработки, в результате чего он отклоняется от вертикали, лента начинает наползать на кромки стоек и портится. Это наблюдается во многих моделях ви-

деомагнитофонов SHARP 90-х годов выпуска.

В нашей стране было продано много таких аппаратов (особенно видеоплейеров VC-6V3, VC-V7B и др.). В основной массе они уже выработали ресурс и нуждаются в замене подшипников. Однако подобрать подходящие подшипники не так просто, поэтому приходится заменять ведущий двигатель целиком. В некоторых случаях допустимо поменять местами верхний и нижний подшипники в обойме крепления (по наблюдениям автора, верхний подшипник изнашивается быстрее нижнего). Подшипники в обойме крепят тугой посадкой, но их можно без особого труда выбить из посадочных гнезд. Перед сборкой вал и внутренние поверхности подшипников необходимо очистить и нанести на них смазку (пригодно масло для швейных машин).

Фирма PANASONIC, начиная с середины 80-х годов, использует конструкции узла ВВ с так называемым верхним подшипником и прижимом ролика со стороны основы ленты. Эта конструкция оказалась настолько удачной, что в настоящее время ее используют практически все остальные фирмы-изготовители. Проблем с отклонением вала от вертикали при износе подшипников в видеомагнитофонах с такой конструкцией узла ВВ почти не возникает.

Рассмотрим некоторые примеры устранения неисправностей узла ВВ и его электропривода. В видеомагнитофонах SUPER DRIVE фирмы PANASONIC в процессе эксплуатации часто возникают неполадки при работе аппаратов в режимах рабочего хода (запись/воспроизведение). Проявляется это так. После включения, когда видеомагнитофон еще холодный, все обстоит нормально. Через час-два появляется детонация звука. Иногда аппарат самопроизвольно переходит в режим СТОП. Реализация режима ускоренного просмотра приводит к срыву синхронизации — на экране наблюдаются горизонтальные полосы. Причина — осыпание графитоподобного материала опорного подшипника внутри втулки над ВВ (номер детали — VXQ0297 — THRUST SCREW UNIT). В результате порошок черного цвета попадает в зазор верхнего подшипника, резко увеличивается трение, особенно при нагреве в процессе работы, и микросхема электропривода уже не справляется с возросшей нагрузкой.

Для восстановления работоспособности двигателя необходимо вывинтить втулку VXQ0297, вынуть ротор из обоймы, вычистить верхний подшипник, после сборки смазать верхний и нижний подшипники небольшим количеством машинного масла и обязательно обезжирить поверхность вала растворителем (ацетоном или спиртом). При навинчивании втулки контролируют положение маховика ротора двигателя относительно датчика скорости, находящегося на статоре. Кромка датчика должна выступать над краем маховика на 0,3...0,5 мм, как показано на **рис. 2**.

Иногда вал двигателя около верхнего подшипника оказывается сильно проточенным осыпавшимся порошком опорного подшипника. В этом случае перед сборкой его необходимо обработать полировочной пастой (алмазной или ГОИ). Если опорный подшипник имеет значительный износ, втулку VXQ0297 необходимо заменить.

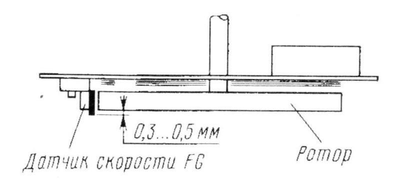


Рис. 2

Подобный дефект может быть вызван и другими причинами. Например, в видеомагнитофоне PANASONIC — NV-J30EE в процессе работы возникала детонация звука (хрипение). Однако чистка и смазка подшипников ВВ неисправность не устранила. Оказывается, из-за слабого теплового контактирования микросхемы привода ВВ IC2101 с теплоотводом сильно перегревалась расположенная рядом вилка P2001 (ведет к ведущему двигателю). В результате многократных циклов нагрева и остывания растрескались пайки контактов этой вилки, что и приводило к детонации. После пропайки неисправность была устранена. Для исключения подобных случаев необходимо усилить крепление теплоотвода микросхемы электропривода BA6435S, подогнув пружины крепления (часто теплоотводы свободно "болтаются" на микросхемах).

В видеомагнитофонах SONY: SLV-E570, SLV-E715, SLV-E720, SLV-X515 и многих других с ЛПМ типа Н после определенной наработки иногда наблюдается коробление верхнего края ленты, особенно на начальных участках (когда на приемном подкатушнике мало ленты). Обычно это связано с деформацией прижимного ролика, однако в рассматриваемом случае (модель SLV-E510EE) после его замены коробление ленты продолжалось, хотя и в меньшей степени, чем со старым роликом.

Причиной неисправности оказалось слишком сильное натяжение ленты приемным подкатушником. Это натяжение фиксировано и целиком определяется характеристиками узла подмотки. В рассматриваемых механизмах типа Н его называют узлом блока RKB (RKB BLOCK ASSEMBLY).

Находится он в нижней части ЛПМ (его верхний шкив соединен приводным ремнем со шкивом ведущего двигателя). Приобрести узел на радиорынках или в магазинах проблематично. Следует обращаться в сервисные центры SONY. Положение осложняется еще и тем, что его конструкция неразборная.

Однако в безвыходных ситуациях можно попытаться отреставрировать узел подмотки самостоятельно. Предварительно нужно убедиться, что порча ленты происходит именно из-за ее слишком большого натяжения на участке от ВВ до входа в кассету. Сделать это можно, внимательно просмотрев состояние движущейся ленты на всем пути в ЛПМ, например, используя зубоврачебное зеркало, или оценив разницу натяжения ленты до и после ВВ, немного отклоняя ее в стороны подходящей размагниченной отверткой. Если рука уверенно ощущает большее натяжение после вала, узел подмотки следует отреставрировать.

Сняв пассик привода со шкива узла подмотки, вывинчивают два крепежных винта и осторожно извлекают его из ЛПМ. Конструкция узла довольно сложная, поэтому перед демонтажом нужно обязательно зарисовать его положение внутри механизма, иначе могут возникнуть затруднения со сборкой. В большинстве моделей видеомагнитофонов разных фирм в узле подмотки применяют подпружиненные фетровые прокладки, что обеспечивает вращение его частей с проскальзыванием одной относительно другой, а значит, и плавную подмотку ленты подкатушниками. Сила сцепления частей узла зависит от давления пружин и свойств трущихся поверхностей. В процессе длительной эксплуатации видеомагнитофона она часто существенно возрастает, что и приводит к описанным выше последствиям. Для восстановления нормальной работы узла подмотки достаточно почистить фетровые прокладки лезвием бритвы или наждачной бумагой и протереть спиртом соприкасающиеся с ними поверхности пластиковых втулок.

Узел блока RKB в механизме H фирмы SONY разобрать сложно, поэтому можно пойти на укорочение пружины узла. Для этого откусывают 1...1,5 витка пружины. Извлечь ее конец из узла можно, например, вязальным крючком или чем-нибудь подобным. Это делают в два-три приема, откусывая по пол-витка, устанавливая узел на место и оценивая натяжение ленты. Главное — не перестараться.

Подобные неприятности случаются и с аппаратурой других фирм. Рекомендации по устранению неполадок те же, причем большая часть конструкций разборная. Фетровые прокладки в них легко очистить. Например, в видеомагнитофонах PANASONIC узел подмотки называют CENTRE CLUTCH, номер детали для механизма K (все модели SUPER DRIVE) — VXP1409. Он легко разбирается. Это же относится и к узлу видеомагнитофонов PANASONIC серий NV: J, L, F, FS, P5, P7, P11.

Поскольку приборы и приспособления для измерения натяжения ленты у нас мало распространены и трудно доступны, лишь кратко рассмотрим их особенности. Фирма JVC использует для этого специальную кассету PUJ48076-2. Подобную кассету KT-300N фирмы KOKUSAI применяют корейские производители (DAEWOO и др.). У фирмы SHARP — своя специальная кассета JIGVHT-063, у SONY — J-6082-011-A и т. д. Все перечисленные кассеты фактически измеряют вращающий момент подкатушечников (размерность — мН·м — миллиньютонометр). Кроме них, для измерения используют специальные механические приспособления, одеваемые на подкатушники (SHARP, SONY).

Самое удачное устройство для такой цепи разработала американская фирма TENTEL. Ее прибор получил название "тентелометр". Он признан Международной телевизионной ассоциацией (ITVA) и удостоен престижного диплома GOLDEN REEL—TECHNICAL ACHIEVEMENT AWARD (диплом за технические достижения). Фактически "тентелометр" — эталонное измерительное оборудование. Фирма PANASONIC использует его (BACK TENSION METER) под собственным номером VFK0132. Применяют его в своем сервисе и другие фирмы. Отличительной особенностью "тентелометра" можно назвать его универсальность: измерять натяжение можно в любой точке механизма видеомагнитофонов любых форматов! При этом измеряют действительно натяжение в г·см (граммосантиметр, в обиходе — просто грамм).

При работе видеомагнитофона натяжение ленты в разных точках УТЛ и в различных режимах не одинаково. Самое "важное" натяжение — обратное (BACK TENSION) в режиме рабочего хода (воспр./запись) на участке между БВГ и левым (подающим) подкатушником. От усилия обратного натяжения напрямую зависит долговечность видеоголовок. Разные фирмы заявляют и разные допустимые значения BACK TENSION: PANASONIC — 22,5...27,5 г (SUPER DRIVE), 20...25 г (серия NV: J, L, F, FS, P5, P7); DAEWOO — 25...33 г; JVC — 35...48 г; SHARP — 31...38 г; SONY — 36...44 г. Довольно большой разброс свидетельствует об отсутствии единого критерия о значении натяжения. Скорее всего каждая фирма ориентируется на собственные статистические исследования, характеристики износоустойчивости видеоголовок, требования к качеству полировки БВГ и т. п.

Как отрегулировать обратное натяжение в конкретных моделях видеомагнитофонов, будет описано в других публикациях. А здесь продол-

жим рассмотрение неисправностей в УТЛ.

В видеомагнитофоне HITACHI— VT-F90EM прослушивался сильный механический стук в режиме рабочего хода. Чистка и смазка подшипников ВВ дефекта не устранила. Однако явных поломок механических деталей не было. Причиной стука оказалась небольшая трещина в пластиковой насадке на маховике ВВ. В результате зубчатый пластиковый ремень (пассик) периодически сползал на край насадки и "щелкал". Для ремонта сначала насадку снимают с оси двигателя и склеивают клеем SUPER GLUE. Через сутки в насадке протачивают надфилем внутреннее отверстие так, чтобы она плотно, но без большого усилия одевалась на ось. Затем приклеивают ее к оси и основанию маховика.

В видеомагнитофоне TOSHIBA—V312C наблюдалась существенная детонация звука. Причина — вращается нестабильно и не свободно ведущий двигатель из-за высыхания смазки в подшипниках. Устранение дефекта достигается чисткой и смазкой подшипников. Эта модель видеомагнитофона выпуска 1992 г. изготовлена в Германии и имеет существенную долю европейских (не японских) элементов, в частности, БВГ, печатные платы, блок радиоканала и др., очень много компонентов и микросхем фирм SIEMENS, TELEFUNKEN, MOTOROLA и др. Это уже не "отверточная" технология, а полноценное производство. У нас довольно редко можно встретить подобные модели таких условно японских аппаратов.

В видеомагнитофоне SONY—SLV821 (хотя в нем и не применен механизм типа Н, описанный выше) в процессе эксплуатации резко возросло натяжение ленты узлом подмотки. Вдобавок примерно через час работы прогревался и останавливался ведущий двигатель (микросхема привода ВВ — ВА6440FP фирмы ROHM). Натяжение нормализовалось после откусывания одного витка пружины узла подмотки (его конструкция разборная). После чистки и смазки подшипников ВВ его работа тоже нормализовалась.

Трудно распознаваемый дефект произошел в видеомагнитофоне PANASONIC—NV-SD25AM. В процессе работы периодически останавливался ведущий двигатель. Иногда он совсем не запускался. В одной из мастерских в аппарате заменяли на заведомо исправные ведущий двигатель, микросхему электропривода и даже микропроцессор системы управления, после чего видеомагнитофон перевели в категорию неремонтопригодных. В результате тщательного изучения режимов работы микросхемы электропривода выяснилось, что группа элементов (R2509, C2515—C2517 и др.) в субмодуле SUB SERVO оказалась "оторванной" от общего провода. Причина — микротрещина в печатном проводнике, которая визуально не просматривалась из-за маркировочной краски. ■

СИСТЕМА DVB-T И ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗОРА

Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва

Наземное цифровое телевизионное вещание уже ведется в США и Великобритании. Проводятся испытания различных телевизионных цифровых систем в России, Германии , Австралии и других странах. В публикуемой здесь статье автор кратко рассказывает о системе DVB-T, которую предполагается использовать в нашей стране, и о приемном блоке, позволяющем принимать сигналы этой цифровой системы.

В настоящее время происходит интенсивный переход от аналогового к цифровому телевизионному вещанию. Существуют три направления таких работ: спутниковое, кабельное и наземное.

Спутниковое цифровое телевещание давно уже эксплуатируется во многих странах (например, у нас — система НТВ-ПЛЮС). При этом на приемной стороне необходима установка параболической антенны и специального приемника. Кабельное цифровое телевещание внедряется в странах, имеющих развитую кабельную сеть (например, в Германии). Наименее отработано наземное цифровое телевещание. Его достоинство — прием не на специальную, а на обычную антенну в дециметровом диапазоне волн.

Особо важное требование, предъявляемое к наземному цифровому телевидению, — возможность приема сигналов на комнатную и малогабаритную "двигающуюся" антенну, например, установленную на автомобиле. Причем телевизор должен обеспечивать эффективную защиту от любых шумовых и импульсных помех, в том числе помех, возникающих от передатчиков аналогового телевидения, работающих на соседних каналах. Чтобы удовлетворить всем этим требованиям, необходима защита от интерференции сигналов, вызванной их отражениями от зданий и других препятствий в условиях города. Даже полное кратковременное исчезновение основного сигнала или его подавление отраженными сигналами на нескольких частотах в полосе канала не должно нарушать прием.

Известны три системы наземного цифрового телевидения. В США принята и уже эксплуатируется система ATSC, основанная на одночастотной многоуровневой модуляции 8-VSB. В большинстве европейских стран отдают предпочтение системе DVB-T с многочастотным кодированием (в Великобритании вещание ведется уже два года). В Японии разработана своя система — ISDB-T. Хотя отличия этих систем в своей основе принципиальны, в них использовано и несколько одинаковых алгоритмов обработки сигналов: уплотнение информации с применением стандартов MPEG-2, коррекция поврежденных байтов кодом Рида-Соломона и т. д. Дискуссии о преимуществах и недостатках названных систем еще не закончены. Рассмотрим более подробно систему DVB-T.

Кодирование сигнала на передающей стороне в системе DVB-T было описано в ряде опубликованных ранее работ, например, в [1—3]. Здесь мы кратко опишем только процесс формирования сигнала. Передаваемая информация (видеосигнал, сигнал звукового сопровождения, графические и другие необходимые сведения) проходит уплотнение и кодирование (каждый вид отдельно) в кодере стандартов MPEG-2. Далее способом мультиплексирования создается программный поток, в который входят и видеосигнал, и сигнал звукового сопровождения, а также, при необходимости, графическая информация.

Дальнейшее объединение нескольких программных потоков формирует транспортный поток MPEG-2, который затем разделяется на два составляющих транспортных потока. Обработка первого из них обеспечивает в итоге повышенную помехозащищенность, а второго — повышенную скорость передачи. На выходе кодера потоки опять объединяются.

Полученный транспортный поток разбивается на пакеты по 188 байтов. Первый байт в пакете, соответствующий десятичному числу 71 (двоичному 01000111 или шестнадцатиричному 47), служит для синхронизации. Для упрощения распознавания пакетов они разделены на группы по восемь пакетов. Синхронизирующий байт первого пакета каждой группы инвертирован, т. е. получается двоичное число 10111000 (десятичное 184 или шестнадцатиричное B8).

В дальнейшем обработка информации происходит в кодере OFDM (ортогонального частотного мультиплексирования). Сначала сигнал проходит узел рандомизации, где преобразуется в квазислучайный. Для этого цифровой сигнал складывается по модулю два с двоичной псевдослучайной последовательностью, вырабатываемой специальным генератором. Такая операция выравнивает спектр сигнала.

Для наземной системы передачи телевизионного сигнала характерно значительное число источников различных помех (импульсных, шумовых и т. д.). Искажения возникают также из-за затягивания передаваемого символа и наложения его на последующий символ. Такие искажения снижаются при введении защитных интервалов между символами. В системе DVB-T они могут быть длиной 1/4, 1/8, 1/16 или 1/32 от длительности символа.

E-mail: tv@paguo.ru
тел. 208-83-05

Защитный интервал заполнен: в него повторно вводят часть полезной информации.

Для передачи каждого символа используют не одну, а весьма много несущих (1705 — в режиме 2к и 6817 — в режиме 8к). В результате скорость передачи каждого символа существенно снижается, а значимость защитного интервала повышается. Однако эти меры все же недостаточны. Поэтому в системе DVB-T применены помехозащитные кодирование и перемежение — внешнее и внутреннее.

Внешнее кодирование использует код Рида-Соломона [4]. При этом к каждому пакету (188 байт) информации добавляется 16 байтов с проверочными данными, что позволяет исправить на приемной стороне до восьми ошибок в каждом пакете из 204 байтов.

После этого сигнал подвергается операции внешнего перемежения. Обработка состоит в том, что сигнал поочередно и циклически проходит 12 регистров сдвига с задержкой, изменяющейся в зависимости от числа ячеек в регистре, от 0 (когда поступает синхробайт) до 187 тактов (17×11). После 17 циклов переключений считывается 204-й байт (17×12). Значит, следующий за ним синхробайт снова будет пропущен без задержки. В регистрах потоки байтов идут с интервалами в 12 тактов. На выходе устройства перемежения изменяется еще и порядок следования байтов. При этом соседние байты оказываются разнесенными на значительные интервалы.

Далее при формировании сигнал подвергается внутреннему кодированию сверточным методом. Для этого используют нерекурсивный фильтр. Причем оперируют уже не байтами, а битами сигнала. Передаваемые данные разбивают на блоки. Их называют кадрами информационных символов. К ним добавляют проверочные символы. Чем выше избыточность кода, тем выше помехозащищенность, но меньше скорость передачи. В системе DVB-T предусмотрены пять скоростей внутреннего кодирования: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 и 7/8. Наименьшую скорость, но наибольшую помехозащиту позволяет получить код 1/2.

В системе DVB-T квадратурные составляющие несущих могут модулироваться с использованием квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) или квадратурной многоуровневой амплитудной модуляции (16-QAM или 64-QAM). Для формирования модуляционных символов поток битов демультиплексируется или на два субпотока (при модуляции QPSK), или на четыре (при модуляции 16-QAM), или на шесть (при модуляции 64-QAM). Иными словами, в режиме QPSK на выходе демультиплексора формируются двухразрядные слова в параллельной форме, в режиме 16-QAM — четырехразрядные, в режиме 64-QAM — шестиразрядные. В каждом субпотоке проводится перемежение битов в пределах областей из 126 бит. В режиме модуляции 2к битовое перемежение повторяется 12 раз. В результате получается пакет из 1512 битов (12×126), который называют символом OFDM. В режиме модуляции 8к битовое перемежение повторяется 48 раз. При этом символ OFDM содержит 6048 бит. Кроме того, для получения модуляционных символов проводится также перемежение самих цифровых символов в пределах блоков из 1512 или 6048 символов.

Следует иметь в виду, что модуляционные символы — комплексны. Их можно представить как сумму двух квадратурных составляющих — действительной C_I и мнимой C_Q с одинаковой амплитудой. При модуляции несущей компонентой C_I получается косинусоидальный сигнал с фазой 0°, а компонентой C_Q — синусоидальный с фазой 90°. В итоге формируется косинусоидальное колебание с амплитудой в $\sqrt{2}$ раза больше, чем у компонент, и фазой 45°. В комплексной плоскости модулированные несущие показывают точками, соответствующими вершинам суммарных векторов: $C_n = C_I + jC_Q$. При модуляции QPSK получается векторная диаграмма из четырех точек, как изображено на **рис. 1**, при модуляции 16-QAM — из 16 точек, как на **рис. 2**, а при 64-QAM — из 64 точек. При формировании векторных диаграмм используют код Грея, поэтому соседние символы отличаются значением бита только в одном разряде. Это дополнительно повышает помехозащищенность системы.

При модуляции QPSK изменяются только знаки составляющих (углы 0° и 180° — для действительной составляющей C_I, углы 90° и 270° — для мнимой составляющей C_Q), а следовательно, угол между осью действительных значений и суммарным вектором может принимать четыре дискретных значения: 45°, 135°, 225° и 315°. При модуляции 16-QAM и 64-QAM получаются такие же углы для составляющих C_I и C_Q, но еще и их амплитуды могут принимать несколько дискретных значений. В результате увеличивается число возможных амплитуд и фазовых углов суммарного вектора. При модуляции несущих используют нормированные значения амплитуд модулирующих символов. Благодаря этому при разных видах модуляции средние мощности колебаний будут одинаковыми.

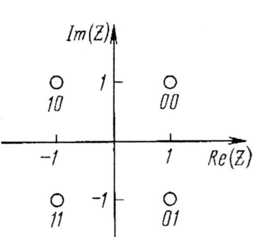


Рис. 1

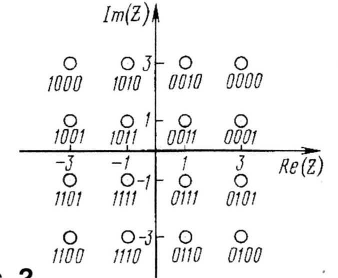


Рис. 2

Рассмотренные случаи соответствуют однородной модуляции или неиерархической передаче, когда расстояния между точками на всей плоскости векторной диаграммы одинаковы. Кроме нее, существует неоднородная модуляция или иерархическая передача. При этом применяют два шага дискретизации амплитуд векторов C_I и C_Q. В первом случае амплитуда такая же, как при однородной модуляции, во втором случае она в два или четыре раза больше. В результате получаются группы точек, сдвинутые относительно начала координат, причем расстояния между точками внутри группы остаются прежними (как при однородной модуляции). Сдвиг характеризуется отношением α (параметр модуляции) расстояния между точками в соседних квадрантах к расстоянию между точками внутри группы. При неиерархической передаче α равно 1, а при иерархической — двум или четырем. Неоднородная модуляция повышает помехозащищенность передачи.

В системе DVB-T используют очень много (до нескольких тысяч) несущих, модуляция которых обеспечивает передачу каждого символа. Для каждой из несущих с частотой f_n при модуляции ее комплексным символом C_n получается колебание $S_n(t)$, равное в математическом виде действительной части произведения значения символа C_n на выражение $\exp(j2\pi f_n t)$. Второй сомножитель для цифрового дискретного сигнала может быть записан как $\exp(j2\pi iT/T_c)$, где T — период дискретизации, i — номер отсчета, T_c — длительность полезного интервала модуляционного символа. Сигнал OFDM равен сумме всех модулированных несущих. Получается выражение, близкое к формуле обратного дискретного преобразования Фурье. Обработка сигнала в модуляторе сводится к вычислению быстрого обратного дискретного преобразования Фурье [5], для которого разработаны схемные решения и узлы микросхем. Таким способом без обычных модуляторов формируют требуемый массив квадратурных модулированных несущих, не создающих взаимных помех.

Сигналы, полученные в результате преобразования (перенесенные во временную область), переводят в ЦАП в аналоговую форму. Чтобы сместить спектр сигнала в требуемый телевизионный канал, действительную часть преобразования умножают на косинусоидальный сигнал I(t) с частотой $F_o = F_к - F_{пр}$, а мнимую часть — на синусоидальный сигнал Q(t) с частотой F_o, где $F_к$ — частота выбранного канала, $F_{пр}$ — промежуточная частота. В результате суммирования полученных колебаний образуется сигнал DVB-T, перенесенный в выбранный телевизионный канал.

Спектр сигнала занимает полосу частот 8 МГц, причем в режиме 8к используются 6817 несущих, разнесенных на интервал 1,116 кГц, а в режиме 2к — 1705 несущих, разнесенных на 4,464 кГц. При передаче сигнал формируется в виде кадров, каждый из которых содержит 68 символов OFDM. Длительность полезной части символа в режиме 8к составляет 896 мкс, а в режиме 2к — 224 мкс. Четыре следующих друг за другом кадра образуют суперкадр, содержащий целое число пакетов информации длиной 204 байта (в том числе проверочные байты кода Рида-Соломона).

Для исключения несанкционированного доступа сигнал DVB-T обычно скремблируют, т. е. засекречивают изменением порядка следования отдельных пакетов. Этот прием давно применяют в спутниковом телевидении. Дескремблирование

E-mail: tv@paguo.ru тел. 208-83-05

обеспечивается при использовании специальной смарт-карты, которую потребитель получает после внесения абонементной платы.

Кроме полезной информации, в кадре передают также образцовые или пилот-сигналы, необходимые для синхронизации. Пилот-сигналы подразделяют на непрерывные и распределенные. Непрерывные передают на определенных несущих в большинстве символов OFDM. Распределенные равномерно распределены по частоте и во времени. Наконец, в каждом кадре на одной и той же частоте передают сигналы параметров передачи (TPS), которые сообщают приемнику сведения, необходимые для нормальной работы декодера OFDM: режим передачи (2к или 8к), вид модуляции (QPSK, 16-QAM или 64-QAM), значение защитного интервала, значение скрости внутреннего кода, номер кадра в суперкадре и т. д. В каждом модуляционном символе передают по одному биту сигнала параметров передачи, т. е. 68 бит в кадре, в том числе один бит инициализации, 16 битов синхронизации, 37 информационных битов и 14 избыточных битов, предназначенных для защиты от ошибок.

Самая высокая помехозащищенность (отношение сигнал/шум 3,1 дБ) в системе DVB-T получается при модуляции QPSK и скорости внутреннего кода 1/2. При этом скорость передачи уменьшается до 4,96 Мбит/с. При использовании модуляции 64-QAM скорость передачи может быть доведена до 31,67 Мбит/с, но отношение сигнал/шум при этом должно быть не менее 20,1 дБ.

Рассмотрим подробнее устройство приемника системы DVB-T. Ее сигналы передают на дециметровых каналах с полосой пропускания 8 МГц и с системной тактовой частотой f_t, примерно равной 9,14 МГц. В странах, где полоса частот в диапазоне ДМВ равна 7 МГц, может быть использована такая же обработка сигнала, лишь значение системной тактовой частоты уменьшается до 8 МГц. Если в процессе интерференции из-за отраженных сигналов некоторое число несущих будет подавлено, это практически не ухудшит качество принимаемого изображения. Вместо ретрансляции возможна передача одной и той же программы несколькими разнесенными передатчиками на одном канале.

Работа демодулятора OFDM приемника основана на прямом быстром преобразовании Фурье.

На **рис. 3** показана упрощенная структурная схема приемника DVB-T. Сигнал с антенны поступает на вход селектора каналов (СК) дециметровых волн. Он близок по устройству к обычному телевизионному селектору, но имеет лучшие параметры (например, селектор TD1344 фирмы PHILIPS). Для управления им в современных телевизорах используют способ синтеза частоты. При этом селектор связан с процессором управления телевизором (ПУТ) через двухпроводную цифровую шину I^2C. На выходе селектора выделяется спектр сигнала ПЧ со средней частотой 36,125 МГц (первая ПЧ).

Для того чтобы обеспечить необходимую избирательность, применяют два специальных фильтра на ПАВ (например, X7250d фирмы INFINEON), соединенных последовательно. Между фильтрами включен усилитель на транзисторе, компенсирующий вносимое ими затухание. Фильтр X7250d имеет пять выводов, расположенных в ряд: выводы 1 и 2 — входные, 4 и 5 — выходные, причем вывод 3 соединяют с общим проводом. Полосу пропускания фильтра можно изменять. Если вывод 2 фильтра соединен с общим проводом, его полоса пропускания равна 8 МГц. При этом АЧХ и частотная характеристика группового времени запаздывания (ГВЗ) фильтра представлены на **рис. 4,а** и **б** соответственно. При соединении между собой выводов 2 и 1 полоса пропускания фильтра уменьшается до 7 МГц. Фильтр имеет плоские АЧХ и характеристику ГВЗ.

После фильтрации сигнал приходит на вход микросхемы усилителя ПЧ и второго смесителя (УПЧ). Фирма PHILIPS выпускает для этого микросхему TDA9829T. Фирма SIEMENS разработала микросхему TDA6190 для аналогичных функций.

Устройство микросхемы УПЧ близко к структуре TDA9814, которая была описана в [6]. В микросхемах применен демодулятор, а также генератор, управляемый напряжением (ГУН), с внешним контуром, настроенным не на удвоенное значение ПЧ, как в обычном УПЧ, а расстроенным так, что на выходе демодулятора, работающего в режиме смесителя, выделяется разностная частота 7,225 МГц, выполняющая функцию второй ПЧ канала. В сигнале на выходе такого УПЧ сохраняются как верхняя, так и нижняя боковые полосы, т. е. весь спектр цифрового сигнала. Микросхема УПЧ имеет вход для подстройки частоты ГУН, что обеспечивается специальным управляющим напряжением с одного из выходов микросхемы демодулятора.

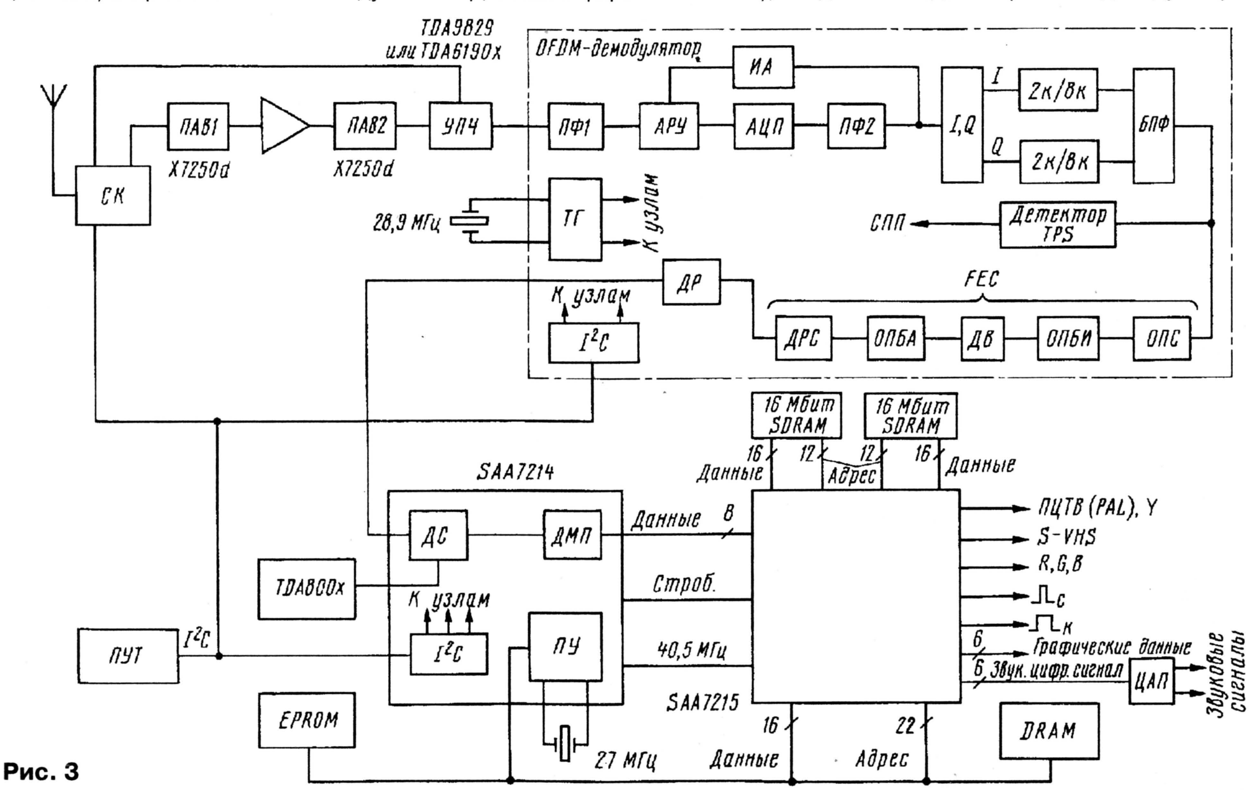
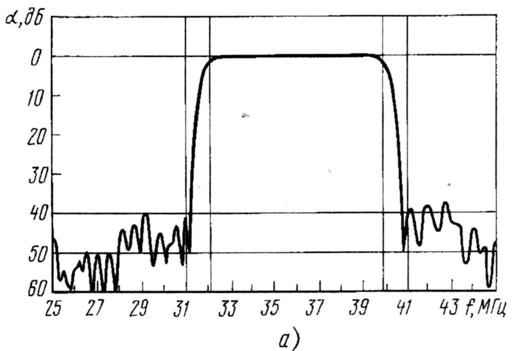


Рис. 3

Сигнал с выхода УПЧ через полосовой фильтр ПФ1, подавляющий сигнал зеркального канала, проходит на АЦП с эффективным разрешением в восемь разрядов. АЦП может быть самостоятельным элементом или содержаться в микросхеме демодулятора OFDM. На выходе АЦП включен исполнительный каскад ус-

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

тройства АРУ, обеспечивающего использование всего раствора характеристики АЦП. Управляющий сигнал для исполни-



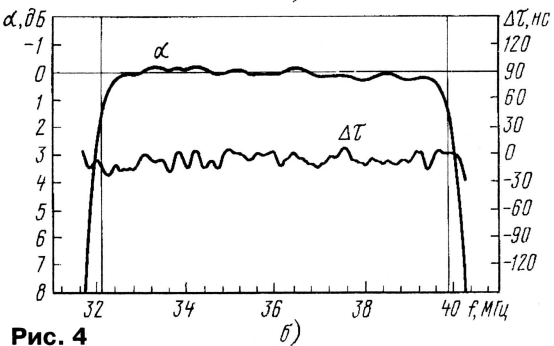


Рис. 4

тельного каскада приходит с одного из последующих цифровых узлов через измеритель амплитуды ИА. На выходе АЦП включен цифровой полосовой фильтр ПФ2, который подавляет компоненты сигнала, лежащие вне номинальной полосы пропускания.

В настоящее время несколько фирм выпускают серийные микросхемы демодулятора OFDM: PHILIPS — TDA8970, SIEMENS — SQC6100 и MOTOROLA — MC92315. Ни одна из них не публикует подробные описания своих демодуляторов. Известны лишь упрощенные структурные схемы. В микросхему демодулятора OFDM фирм PHILIPS и SIEMENS входит АЦП. В комплекте фирмы MOTOROLA АЦП — отдельный узел. На выходе фильтра ПФ2 включен формирователь комплексных сигналов I и Q. Для этого используют квадратурные составляющие образцового сигнала, которые умножают на обрабатываемый цифровой сигнал. Для синхронизации образцового сигнала служит информация, содержащаяся в сигналах параметров передачи (СПП) и выделяемая детектором TPS.

Сигналы I и Q проходят фильтры, управляемые СПП и разделяющие компоненты сигнала в режимах 2к и 8к. В звене БПФ обеспечивается быстрое прямое преобразование Фурье, что соответствует переходу из временной области в частотную. На вход преобразователя поступают восьмиразрядные сигналы I и Q, а на выходах выделяются два 12-разрядных сигнала. В них проводится обратное перемежение символов и битов в узлах ОПС и ОПБИ, а затем — внутреннее сверточное декодирование в декодере Витерби ДВ [7]. При этом возможна обработка всех пяти кодов, которые могут применять на передающей стороне (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 и 7/8). В итоге содержащиеся в битах ошибки устраняются так, что их число уменьшается ниже заданного порогового уровня.

Затем производится обратное внешнее перемежение байтов в узле ОПБА, для чего, как и в кодере, в цепь передачи поочередно и циклически включаются 12 регистров сдвига, обеспечивающих задержку сигнала от 0 до 204 бит. В декодере это происходит в обратном по сравнению с кодером порядке. В результате восстанавливается поочередное (в порядке исходных номеров) следование байтов, а байты с ошибками оказываются разнесенными во времени на интервалы около 100 тактов. В таком виде сигнал поступает на декодер Рида-Соломона ДРС. Он легко корректирует искаженные байты, ориентируясь на 16 проверочных. Узлы ОПС, ОПБИ, ДВ, ОПБА и ДРС называют блоком FEC (forward error correction — опережающей коррекции ошибок).

Сигнал, прошедший блок FEC, подвергается дерандомизации в узле ДР с использованием двоичной псевдослучайной последовательности, для получения которой применяют такой же генератор, как и в кодере. После дерандомизации восстанавливают одинаковую полярность всех синхробайтов и получают последовательность пакетов информации в виде транспортного потока MPEG-2. Остается демодулировать его.

Демодуляторы транспортного потока в декодерах всех трех цифровых систем DVB (DVB-T — наземной, DVB-C — кабельной и DVB-S — спутниковой) одинаковы. Поэтому схемотехника этой части декодера хорошо отработана. На рис. 3 показана упрощенная структура декодера MPEG-2, выполненная на серийных СБИС первого поколения SAA7214 и SAA7215 фирмы PHILIPS (в настоящее время выпускают более совершенные комплекты СБИС, например, SAA7219 и SAA7221).

Система MPEG-2 разработана в конце 80-х годов. Ее широко применяют как в системах связи, так и в компьютерной технике. Система обеспечивает уплотнение информации примерно в четыре раза, для чего используют как межкадровое, так и внутрикадровое кодирование. Кадры с внутрикадровым кодированием (кадры I), которое использует дискретное косинусное преобразование, чередуются с несколькими кадрами, полученными при межкадровом предсказании (кадры P и B). Кадры B формируются путем более точного предсказания на основе кадров I и P. При этом учитывается движение отдельных элементов изображения. Параметры системы соответствуют международному стандарту [8]. Система MPEG-2 описана в ряде работ, поэтому не будем останавливаться на ее особенностях, а лишь сошлемся на последние публикации [9, 10].

Микросхема SAA7214 содержит дескремблер ДС, управляемый по специальному интерфейсу (микросхема TDA8004) от вставленной в приемник смарт-карты, и демультиплексор, разделяющий подаваемый в микросхему транспортный поток на программные потоки, соответствующие видео- и звуковой информации, а также графическим данным. Микросхема SAA7214 вырабатывает тактовый сигнал с частотой 40,5 МГц, необходимый для последующего декодирования. Она содержит также микропроцессор ПУ, управляющий работой декодера MPEG, — 32-разрядный RISC-процессор, работающий на внутреннюю шину, к которой подключены микросхема SAA7215, оперативная память DRAM и энергонезависимая память EPROM.

Процессор декодера MPEG управляется процессором телевизора ПУТ, который также обеспечивает выбор телевизионных каналов и управляет работой декодера OFDM. Связь с микросхемой SAA7214 происходит через шину I^2C. Микросхема имеет два интерфейса такой шины: обычный, со скоростью 100 кбит/с, и быстрый, со скоростью 400 кбит/с.

Выходной поток информации с микросхемы SAA7214 с тактовой частотой 27 МГц поступает по восьмиразрядной шине на микросхему декодера MPEG SAA7215. Причем передаются мультиплексированные уплотненные по методу MPEG-2 сигналы в виде последовательности U-Y-V-Y...

Для декодирования сигналов MPEG необходимо иметь несколько блоков памяти на поле. Память нужна и для обработки графической информации. К микросхеме SAA7215 могут быть подключены один или два блока оперативной динамической памяти емкостью по 16 Мбит. С процессора ПУ микросхемы SAA7214 на декодер MPEG приходят 16-разрядные управляющие данные и 22-разрядные адресные данные. Кроме декодера MPEG-2, микросхема SAA7215 содержит кодер PAL и несколько ЦАП. На ее выходах получаются аналоговые видеосигналы R, G, B, ПЦТВ (PAL), сигнал S-VHS, строчные и кадровые синхроимпульсы, звуковой сигнал и сигнал графической информации.

Рассмотренный цифровой приемник обычно выполняют в виде приставки к телевизору (SET-TOP BOX).

Наилучшее качество изображения обеспечивают сигналы R, G, B и S-VHS. На экране приемника формируется изображение, содержащее (при частоте полей 50 Гц) 576 строк с 720 отсчетами в каждой. Возможен также режим 16:9. Видеосигналы подают на разъем SCART. Достигаемая четкость при этом ограничена размером используемого в телевизоре кинескопа. Если в телевизоре может декодироваться сигнал PAL, возможно использование и радиосигнала, который подают на антенный вход аппарата. Естественно, что четкость изображения при этом снижается.

Отечественные телевизоры ранних выпусков не могут декодировать сигнал PAL, они не имеют также входов R, G, B, поэтому в отдельной цифровой приставке должен быть предусмотрен кодер SECAM. Чтобы в таком телевизоре повысить четкость по горизонтали, можно использовать гребенчатый фильтр. Для уменьшения мерцания вертикальных переходов на него подают только сигнал яркости.

На звуковом выходе микросхемы SAA7215 (шесть выводов) выделяются по-

следовательный цифровой сигнал с высокой тактовой частотой и дополнительные импульсные сигналы, необходимые для его последующей обработки. Поддерживаются сигналы с тактовой частотой от 16 до 48 кГц и разрядностью от 8 до 24. После внешнего ЦАП (микросхемы UDA1320 или TDA1305) могут быть получены звуковой моносигнал, стереосигнал или два раздельных (левый и правый) сигнала, которые подают на соответствующие входы усилителя ЗЧ телевизора. Кроме того, вырабатывается графическая информация в виде сигналов R, G, B (формат 4:4:4) или Y, U, V (формат 4:2:2).

В системе DVB-T по одному каналу могут быть переданы четыре телевизионных программы.

Разработана схемотехника и микросхема, обеспечивающая передачу по каналу системы DVB-T сигнала телевидения высокой четкости [11. Как в России, так и за рубежом [12] проведены опытные передачи по системе DVB-T с приемом на малогабаритную антенну и телевизор в движущемся автомобиле. Отмечено существенное уменьшение влияния отраженных сигналов на качество и устойчивость изображения.

Кроме использования приставки SET-TOP BOX, возможно совмещение в одном корпусе аналогового телевизора и цифрового приемника. Такой гибридный цифро-аналоговый приемник может быть выполнен на основе серийного телевизора [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарт EN 300 744 IV.01.12 (1997 — 08). Цифровое Видео Вещание (DVB).

2. **Гласман К.** Методы передачи данных в цифровом телевидении. Часть 3. Стандарт цифрового наземного телевидения DVB-T. — 625, 1999, № 9, с. 72—74, 76, 78, 80, 82—85.

3. **Севальнеев Л. А.** Эфирное вещание цифровых ТВ-программ со сжатием данных. — Телеспутник, 1998, № 10, с. 56—58, 60, 62, 64.

4. Повышение верности передачи цифровой информации по дискретным каналам. — М.: Наука, 1974, с. 5—17.

5. **Нусебаумер Г.** Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток. — М.: Радио и связь, 1985.

6. **Хохлов Б.** Особенности радиоканала современного телевизора. — Радио, 1998, № 3, с. 8, 9.

7. **Кларк Д., Кейн Д.** Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. — М.: Радио и связь, 1987, с. 227—247.

8. Международный стандарт ISO/IES 13818.

9. **Филатов К., Чечелев С.** ТВВЧ: от аналогового к цифровому. Стандарты MPEG-2. — Радио, 2000, № 6, с. 6—9.

10. **Гласман К.** MPEG-2 — это просто. — 625, 2000, № 3, с. 5, 6, 8, 10, 12—14, 16—23.

11. **Burow R., Hofker U.** Digitale terrestische HDTV — Ubertragung mit DVB-T. — Fernseh-und Kino-Technik, 1998, № 12, s. 730—734.

12. **Burow R., Muhlbauer O.** Feld-und Labormessungen zum Mobilempfang von DVB-T. — Fernseh-und Kino-Technik, 2000, № 3, s. 125—128, 130—136.

13. **Ануфриев И. К., Соколов В. М., Быструшкин К. Н.** Комбинированные телевизоры CDTV/DVB — универсальная платформа для цифрового телевидения и интерактивных служб. — Техника кино и телевидения, 2000, № 12, с. 8—12.

КОМБИНИРОВАННЫЙ УМЗЧ БЕЗ ОБЩЕЙ ООС

С. ЛАЧИНЯН, Алма-Ата, Казахстан

Вниманию читателей предлагается описание двух лампово-транзисторных УМЗЧ, в которых компенсируется температурная нестабильность p-n переходов транзисторов и отсутствует общая ООС. Усилители относительно просты и отличаются, по сведениям автора, высоким качеством звуковоспроизведения. Правда, редакция разделяет не все изложенные автором положения статьи.

На сайте www.777sss.com автор предполагает разместить дополнительную информацию об этих усилителях.

Большое разнообразие существующих схем УМЗЧ со всей очевидностью доказывает, что недорогой и приемлемый по сумме параметров усилитель пока не создан. В этой связи автор надеется, что предлагаемое схемотехническое решение в некоторой мере будет способствовать решению проблемы.

Описываемые здесь варианты усилителя мощности появились по ряду объективных причин. В частности, для настройки разработанных и сконструированных автором электростатических громкоговорителей появилась необходимость в весьма высококачественном УМЧЗ. Дело в том, что электростатические громкоговорители обладают малыми нелинейными и переходными искажениями и поэтому "проявляют" погрешности всего тракта воспроизведения, которые электродинамические громкоговорители успешно маскируют собственными искажениями. В результате недостатки в звучании транзисторного УМЧЗ (при сравнении с ламповым) и ухудшение звучания при введении ООС могут стать весьма заметными.

При работе на обычную АС предлагаемый усилитель обеспечивает характер звучания, близкий к ламповым усилителям, но лишен их недостатков, связанных с необходимостью применения выходного трансформатора.

Для "раскачки" транзисторного выходного каскада сигналом с амплитудой напряжения 40...60 В использована обычная радиолампа типа двойной триод. Подобное решение иногда практикуют при конструировании усилителей мощности на полевых транзисторах. Чтобы оно оказалось приемлемым в усилителе на биполярных транзисторах, приняты меры по снижению выходного сопротивления и улучшению линейности лампового каскада.

Для устранения тепловых искажений в схемотехнике усилителя использован метод, который позволяет скомпенсировать динамические тепловые искажения в мощных транзисторах и, соответственно, обойтись без общей ООС.

Тепловые искажения, как известно, связаны с тем, что низкочастотные пульсации большого тока через транзистор приводят к колебаниям температуры его кристалла и, соответственно, параметров прибора. При отсутствии стабилизирующей обратной связи в таком случае изменяются и параметры усилителя, и усиливаемый сигнал. Вводимая же глубокая общая ООС часто приводит к эффекту так называемого транзисторного звучания. Каким образом ООС создает этот поразительный результат, объясняется многими, в том числе и авторами недавней публикации [1]. В связи с этим эффектом и было принято решение не использовать в усилителе общей и межкаскадной ООС.

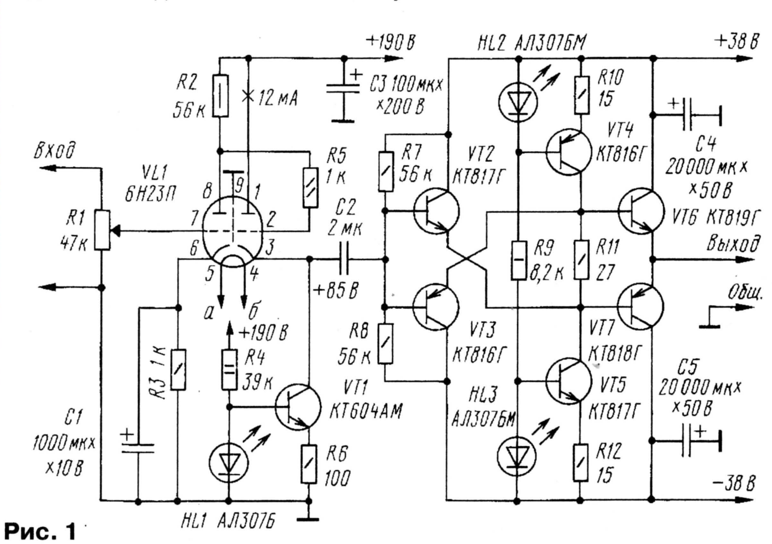


Рис. 1

Для минимизации тепловых искажений в транзисторных каскадах использован метод взаимной компенсации противофазных процессов. Для этой цели оказался пригодным так называемый "линейный параллельный усилитель", вариант которого предложил почти 20 лет назад А. Агеев [2]. Идея модернизации состоит в том, что, используя способность такого усилителя тока эффективно компенсировать медленные тепловые изменения параметров, можно добиться компенсации и быстрых колебаний.

Амплитудную характеристику такого усилителя удалось улучшить заменой резисторов транзисторными источниками стабильного тока и применением предварительного каскада на ламповых триодах. Высокая симметрия транзисторного каскада позволила без побочных эффектов избавиться от общей ООС, а ламповый каскад помог простым способом получить значительную амплитуду сигнала. Благодаря транзисторному усилителю тока УМЗЧ оказывается хорошо согласованным с низким сопротивлением нагрузки без выходного трансформатора. Его базовая схема представлена на **рис. 1**.

При всей своей простоте и минимуме настроек такой усилитель обеспечивает хорошее звучание с высококачественной АС. Даже применив в конструкции дешевые транзисторы серий КТ818, КТ819, можно достигнуть уровня Hi-Fi.

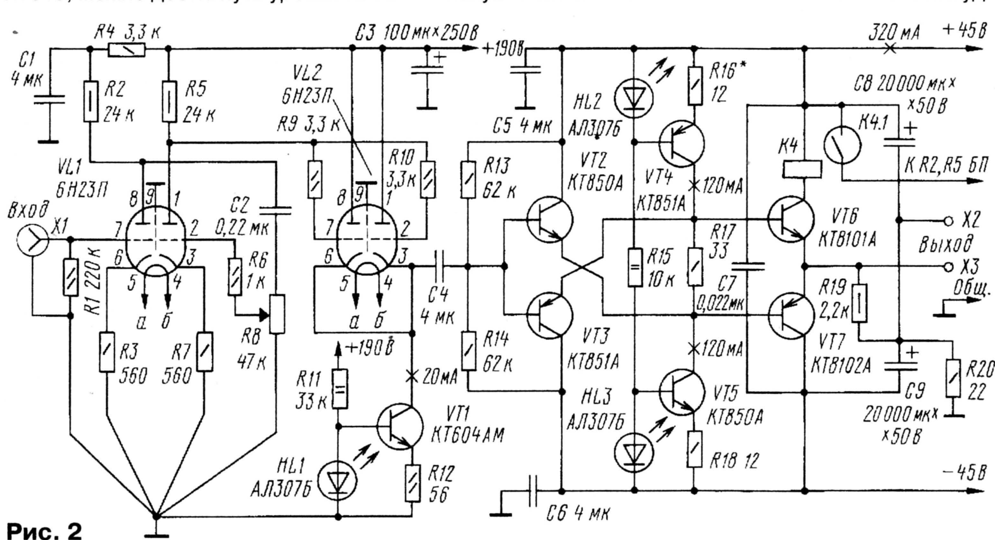


Рис. 2

Аудиофилам рекомендуется, естественно, более сложная схема УМЗЧ, приведенная на **рис. 2**, где применены современные транзисторы.

Рассмотрим работу усилителя на примере простой схемы (см. рис. 1).

Предварительное повышение уровня сигнала производит ламповый усилитель напряжения с высоким входным и низким выходным сопротивлением. Он собран на двух триодах лампы VL1. Один из них включен по схеме с общим катодом и усиливает напряжение сигнала, а непосредственно связанный с ним другой триод, включенный по схеме катодного повторителя, согласует высокое выходное сопротивление усилителя напряжения с относительно низким входным сопротивлением транзисторного усилителя тока. Сигнал на транзисторный каскад поступает через разделительный конденсатор C2. Источник тока на транзисторе VT1 улучшает амплитудную характеристику и линейность каскада.

Коэффициент усиления по напряжению каскада на лампе 6Н23П равен примерно 26 дБ, и этим обусловлена сравнительно низкая чувствительность УМЗЧ по входу, которая составляет 1...1,5 В. Если необходима более высокая чувствительность, рекомендуется дополнительный усилитель напряжения, использованный в схеме на рис. 2, где эту функцию выполняет левый триод VL1.

Транзисторный каскад в обоих УМЗЧ представляет собой симметричный усилитель тока на комплементарных транзисторах VT2, VT3 и VT6, VT7 с источниками тока на транзисторах VT4, VT5. Высокая термостабильность каскада достигается включением транзисторов по симметричной компенсационной схеме.

Например, колебания температуры кристалла транзистора VT2 приводят к периодическим изменениям напряжения на его переходе база—эмиттер, что компенсирует аналогичные колебания в транзисторе VT7 под действием импульсов тока коллектора. Соответственно, транзистор VT3 компенсирует тепловую нестабильность VT6. Ток покоя транзисторов зависит от суммы напряжений на переходах база—эмиттер транзисторов VT2, VT3. Под действием сигнала транзистор VT2 управляет током базы VT7, а VT3 — током базы VT6.

Источники тока на VT4, VT5 фактически задают максимальные токи базы выходных транзисторов, а также ток покоя транзисторов VT2, VT3. Его и нужно выбрать оптимальным для компенсации тепловых искажений. Тогда баланс токов и их противофазные изменения, возникающие при колебаниях температуры кристаллов транзисторов, скомпенсируют колебания параметров мощных транзисторов.

Степень компенсации косвенно может быть оценена по току покоя при медленном изменении температуры транзисторов. Эксперименты показывают, что правильно подобранные режимы позволяют поддерживать ток покоя усилителя мощности с нестабильностью 2...5 % при изменении температуры корпусов транзисторов в диапазоне 20...110 °С.

При относительной инерционности тепловых процессов в полупроводниковых приборах величина "фазового сдвига" между температурными колебаниями кристаллов транзисторов незначительна. Хорошая компенсация колебаний параметров транзисторов обеспечивается при токе покоя VT6, VT7 в интервале 150...300 мА и вдвое-втрое меньшем — для VT2, VT3. Увеличение тока покоя до единиц ампер и переход усилителя в режим класса А, в целом улучшая его линейность, на компенсацию тепловых искажений влияет незначительно. Такой режим можно рекомендовать лишь для бескомпромиссных аудиофилов.

Для эффективной компенсации транзисторы каскада должны находиться в непосредственном тепловом контакте (транзисторы источников тока не в счет). Также желательно применение изготовленных по близкой технологии или однотипных транзисторов.

А теперь немного о параметрах усилителя.

Выходная мощность определяется амплитудными характеристиками каскадов. Ламповый каскад позволяет получать напряжение раскачки до 60 В (эфф.), и выходное напряжение усилителя ограничено только напряжением питания транзисторов с вычетом напряжения насыщения источников тока и оконечных транзисторов (около 2,5 В). Таким образом, для напряжения питания выходного каскада около 70 В (±35 В), достаточного для безопасной работы транзисторов КТ818Г, КТ819Г, усилитель на активной нагрузке 4 Ом при синусоидальном сигнале практически отдает мощность до 120 Вт, сохраняя высокую стабильность режима в рабочем диапазоне температур.

Для комплементарной пары транзисторов КТ818ГМ—КТ819ГМ допустимое напряжение $U_{кэ}$ ограничено примерно 80 В, при этом на той же нагрузке достигается мощность 150 Вт. Для более мощных транзисторов КТ8101А—КТ8102А область безопасных режимов по напряжению $U_{кэ}$ практически составляет 90 В, что соответствует мощности 216 Вт на нагрузке 4 Ом.

Такие показатели позволяют рекомендовать схему на рис. 2 для мощных эстрадных и профессиональных усилителей, поскольку в мостовом включении усилитель сможет отдавать в нагрузку удвоенную мощность. Необходимо только уменьшить напряжение питания, увеличить токи источников стабильного тока и заново подобрать ток покоя.

В случае использования более высокоомной нагрузки, например, 8 Ом, предельно достижимая мощность соответственно ниже (почти вдвое). Все напряжения питания измерены под нагрузкой, и при использовании нестабилизированного источника в режиме покоя напряжение питания возрастает примерно на 10 %.

Полоса рабочих частот усилителя ограничена сверху граничной частотой транзисторов, а снизу — емкостью переходных конденсаторов, в частности С2 (см. рис. 1). Кроме того, она зависит от уровня выходной мощности. Для транзисторов КТ818Г, КТ819Г АЧХ усилителя на высоких частотах начинает спадать с 16 кГц (для выходной мощности около 50 % от максимальной). Нижняя частота (по уровню –3 дБ) для обоих УМЗЧ при указанных номиналах соответствует 16...18 Гц.

Для усилителя по схеме на рис. 1 более широкая полоса усиления достигается применением комплементарных транзисторов КТ850А—КТ851А и КТ8101А—КТ8102А или высококачественных импортных транзисторов. В этом случае, а также в усилителе по схеме рис. 2 полоса воспроизводимых частот расширяется по уровню –3 дБ до 160 кГц, обеспечивая малые фазовые искажения на звуковых частотах.

Коэффициент нелинейных искажений в значительной степени зависит от частоты и уровня выходной мощности. Так, для усилителя на рис. 1 коэффициент нелинейных искажений при выходной мощности 50 % от максимальной на частотах до 3 кГц в среднем составляет около 0,1 %, а на 10 кГц — 0,25 %.

Для усилителя, собранного по схеме на рис. 2, эти показатели заметно лучше, особенно при подобранных парах транзисторов. Любопытно, что введение прямой компенсирующей связи, значительно снизившей искажения без ООС, оказалось излишним: разницы в качестве звучания, обеспечиваемого таким усилителем совместно с динамической АС, даже в сравнении с усилителем по схеме на рис. 1, слушатели практически не замечали. В результате дополнительные меры по снижению искажений были признаны излишними.

Усилитель с однокаскадным усилением напряжения имеет чувствительность около 1 В и развивает максимальную мощность только с сигналами от проигрывателя компакт-дисков или кроссовера, предназначенного для ламповых усилителей. Чувствительность усилителя по схеме на рис. 2 — около 120 мВ, поэтому его можно использовать с большинством источников сигнала.

С целью повышения чувствительности базового УМЗЧ не рекомендуется применять предварительный усилитель на микросхемах или биполярных транзисторах. Низкие интермодуляционные искажения лампового каскада (в широкой полосе частот) здесь вне конкуренции.

По этой же причине рекомендуется сокращать до минимума число транзисторов и микросхем во всем тракте на пути сигнала. Например, в проигрывателях компакт-дисков аналоговый сигнал предпочтительно снимать через разделительный конденсатор емкостью 0,1 мкФ (серии К78-2 или аналогичной) с выхода пассивного RC-фильтра, подключенного сразу же после ЦАП.

Питание усилителя по схеме на рис. 1 возможно от любого нестабилизированного БП соответствующей мощности. Для автоматической установки нулевого напряжения на выходе УМЗЧ применено включение нагрузки на среднюю точку емкостного делителя фильтра питания с плавающим нулем. Для этого двухполярный выпрямитель должен быть подключен к обмотке без средней точки. Анодное напряжение следует подавать с выпрямителя через резистор сопротивлением 1 кОм (2 Вт). Выпрямитель должен иметь конденсатор фильтра емкостью не менее 200 мкФ на напряжение 250 В.

Суммарная емкость конденсаторов в фильтре питания транзисторного каскада — не менее 20000 мкФ для каждого плеча. Мощность трансформаторов питания — не менее 200 Вт. Нежелательно применять общий для двух каналов БП, но если трансформатор общий, то его мощность должна быть не менее 400 Вт.

Для УМЗЧ по схеме на рис. 2 рекомендуется БП, схема которого представлена на **рис. 3**. Нестабилизированный источник питания выбран после ряда сравнительных прослушиваний, обеспечивший против всяких ожиданий более предпочтительное звучание.

Рис. 3

Питание лампового каскада осуществляется от отдельного трансформатора Т3. Найти готовый трансформатор (например, из серии ТАН) часто оказывается проще, чем намотать на мощном трансформаторе высоковольтную обмотку. Стабилизатор анодного напряжения собран на транзисторах VT5—VT7. Анодное напряжение подается с задержкой после предварительного прогрева ламп, что удлиняет срок их службы и уменьшает броски выходного напряжения при включении. Узел задержки собран на транзисторе VT7 и конденсаторе С5, емкость которого определяет время задержки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алейнов А., Сырицо А.** Улучшение звуковоспроизведения в системе УМЗЧ — громкоговоритель. — Радио, 2000, № 7, с. 16—18.

2. **Агеев А.** Усилительный блок любительского радиокомплекса. — Радио, 1982, № 8, с. 31—35.

(Окончание следует)

E-mail: audio@радио.ru
тел. 208-83-05

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ МИКРОФОНА

Д. ТКАЧЕНКО, г. Москва

Предлагаемый усилитель предназначен для сопряжения источника слабого сигнала (микрофона) с устройством обработки, работающим в условиях сильных электромагнитных помех (звуковая плата компьютера). Глубокая АРУ обеспечивает возможность участия в разговоре нескольких человек без необходимости передавать микрофон из рук в руки.

Принципиальная схема устройства показана на **рис. 1**. Сигнал усиливается каскадами на полевых транзисторах VT1.2 и VT2. Транзистор VT1.1 выполняет функции динамической нагрузки транзистора VT1.2. Такое построение схемы при напряжениях сток-исток транзисторов VT1.1 и VT1.2, численно больших напряжения отсечки (для КПС104А около 0,5 В), позволяет получить высокий коэффициент усиления. Транзисторы VT1.1 и VT1.2 работают при нулевом напряжении затвор-исток, что обеспечивает наилучшие шумовые характеристики и наибольшую крутизну вольт-амперной характеристики.

Для предотвращения шунтирования высокого дифференциального сопротивления транзисторов первого каскада VT1.1, VT1.2 входным сопротивлением второго каскада последний также собран на полевом транзисторе. Нагрузка второго каскада вынесена за линию связи. Ее сопротивление значительно меньше выходного сопротивления второго каскада, что уменьшает помехи, обусловленные протеканием питающего тока (0,8 мА) через нестабильное контактное сопротивление в разъеме X1 шнура.

По постоянному току усилительные каскады включены последовательно, причем транзистор VT1.1 задает потребляемый усилителем ток, а VT2 стабилизирует его напряжение сток-исток. В результате режим работы первого каскада не зависит от напряжения питания, а возможные наводки в линии связи не вызывают паразитной модуляции полезного сигнала.

При отсутствии АРУ коэффициент усиления составляет 40...50 дБ на нагрузке около 5 кОм. Приведенный ко входу уровень шумов не превышает 3 мкВ и может быть дополнительно снижен параллельным включением нескольких матриц КПС104А (при этом, правда, потребуется замена VT2 на транзистор с большим начальным током). Коэффициент гармоник при входных сигналах до 10 мВ и работающей системе АРУ — не более 0,6 %, при этом в спектре сигнала присутствует только вторая гармоника. При уровне входного сигнала 100 мВ коэффициент гармоник возрастает до 8,7 % и количество гармоник в его спектре увеличивается, однако в реальных условиях выдать такой сигнал микрофон не в состоянии.

АРУ реализована взаимно противоположным изменением петлевого усиления отрицательной (элементы R1, VT3) и положительной (VT3, C3, R4, C2) обратных связей. Транзистор VT3 выполняет функции управляемого сопротивления, на котором выделяется напряжение обратной связи, и в то же время входит в цепь местной ООС транзистора VT2. Такое включение увеличивает выходное сопротивление усилителя. Делитель R5R6 обеспечивает подачу на затвор транзистора VT3 половины управляемого переменного напряжения сток-исток, что расширяет его динамический диапазон как регулируемого сопротивления. Транзистор VT3 рекомендуется выбирать с максимальным начальным током, но его напряжение отсечки не должно превышать половины постоянного напряжения на его стоке.

Время срабатывания АРУ (~40 мс) определяется коэффициентом передачи по току транзистора VT4, а скорость восстановления (~650 мс) — суммой сопротивлений резисторов R5, R6. Оба времени зависят также от емкости конденсатора C4 и крутизны регулировочной характеристики, которая определяется глубиной ПОС, зависящей от сопротивления резистора R4.

Детектором и усилителем АРУ служит транзистор VT4, напряжение на него поступает через трансформатор T1. Порог срабатывания АРУ зависит от коэффициента трансформации T1 и сопротивлений резисторов R2, R3. Во избежание искажений (при сильных сигналах напряжение на регулирующем транзисторе VT3 сравнимо с выходным) порог АРУ должен быть как можно ниже, для чего на базу транзистора VT4 частично подано отпирающее напряжение.

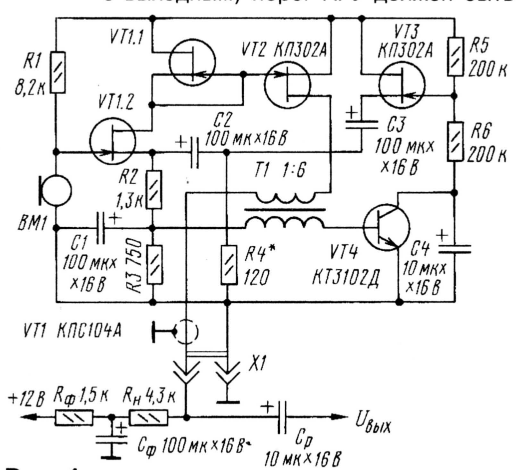


Рис. 1

СКВОЗНАЯ АЧХ
10 мВ
1 мВ
33 мкВ
0
-20
-96
dB
10 Frequency 22.5 (KHz)

Рис. 2

Выходное напряжение усилителя в установившемся режиме составляет 0,1 В при коэффициенте трансформации T1 1:6 и начальном напряжении на базе транзистора VT4, равном 0,4 В. Это благоприятно сказывается на перегрузочной способности усилителя, которая превышает 20 дБ.

Искажения, обусловленные нелинейностью трансформатора и его нагрузки — эмиттерного перехода транзистора VT4, на выходной сигнал практически не влияют благодаря высокому выходному сопротивлению второго каскада усилителя. Это позволяет использовать в усилителе практически любой способный работать на звуковых частотах трансформатор с приемлемым коэффициентом трансформации. В изготовленном автором усилителе применен согласующий трансформатор от карманного радиоприемника, выпущенного в конце 60-х годов. Применение такого миниатюрного трансформатора уменьшило реакцию АРУ на сигналы низких частот (см. приведенную на **рис. 2** АЧХ усилителя для входного сигнала 10 мВ). На этом же рисунке показана сквозная АЧХ измерительного тракта без описываемого устройства. Активное сопротивление обмотки трансформатора, включенной в выходную цепь усилителя, составляет 315 Ом и на его работу практически не влияет.

Для совместной работы с усилителем использовался микрофон 34F5A из комплекта звуковой карты YAMAHA SW-20. Из-за отсутствия паспортных данных возможные режимы работы микрофона определялись экспериментально (предположительно, это электретный микрофон со встроенным каскадом усиления).

Напряжение питания микрофона задается суммарным сопротивлением резисторов R2, R3. Сопротивление резистора R1 подбиралось такой величины, чтобы напряжения сток-исток транзисторов VT1.1, VT1.2, VT2 превышали напряжения отсечки.

Оптимальной работы усилителя добиваются подбором резистора R4.

Усилитель собран объемным монтажом, и все его детали размещены в корпусе использованного микрофона.

Элементы фильтра питания и нагрузки ($R_ф$, $C_ф$, $R_н$, $C_р$) установлены внутри корпуса компьютера, для чего была использована неисправная звуковая плата с удаленными логическими элементами и перерезанными дорожками общего провода. Для предотвращения наводок общий провод усилителя и фильтра питания должен соединяться с корпусом только через входные разъемы рабочей звуковой платы. Питание +12 В взято с контакта B9 (группа контактов B — сторона пайки, ближняя к крепежной планке, нумерация с 1-го от торца), конденсатор фильтра соединен с общим проводом разъемов. Усилитель подключен к рабочей звуковой плате через штатные разъемы.

Если имеется удобное место, элементы фильтра можно разместить прямо на рабочей плате.

При определении характеристик устройства использовалась программа "Analyser" Павла Сукорцева, свободно распространяемая для частных лиц с сайта http://www.poooh.ru. ■

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

М. СИРОТЮК, г. Москва

Предлагаемый автором громкоговоритель может быть использован в АС как с дополнительным низкочастотным излучателем (сабвуфером), так и без него. Корпус громкоговорителя склеен из бумаги, головка — коаксиальная фирмы Pioneer. Приобрести ее на рынках России — не проблема.

Современные широкополосные малогабаритные головки, достаточно мощные (до 100 Вт), с коаксиально вмонтированной высокочастотной "пищалкой" и простым фильтром, позволяют получить синфазное излучение в области совместной работы, что приближает громкоговоритель к точечному, ненаправленному излучателю. Такие мини-головки имеют ряд достоинств. Например, громкоговоритель (ГГ) с одной частотой раздела в более высокочастотной части полосы (около 7 кГц) имеет преимущество перед многополосным, в частности, трехполосным, с низкими частотами раздела. Разделительные фильтры высокого порядка вносят фазовые искажения, вызывают подъемы и спады на частотах раздела, искажающие тембр звука.

Особенно заметны на слух неравномерности более 1 дБ на средних частотах, поэтому частоту раздела фильтра первого порядка необходимо сдвинуть к верхней части диапазона, что легко сделать при наличии широкополосной

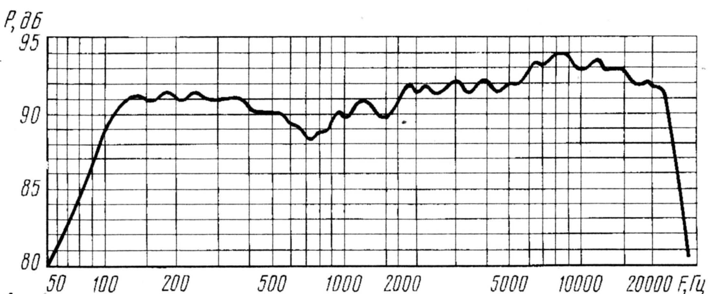


Рис. 1

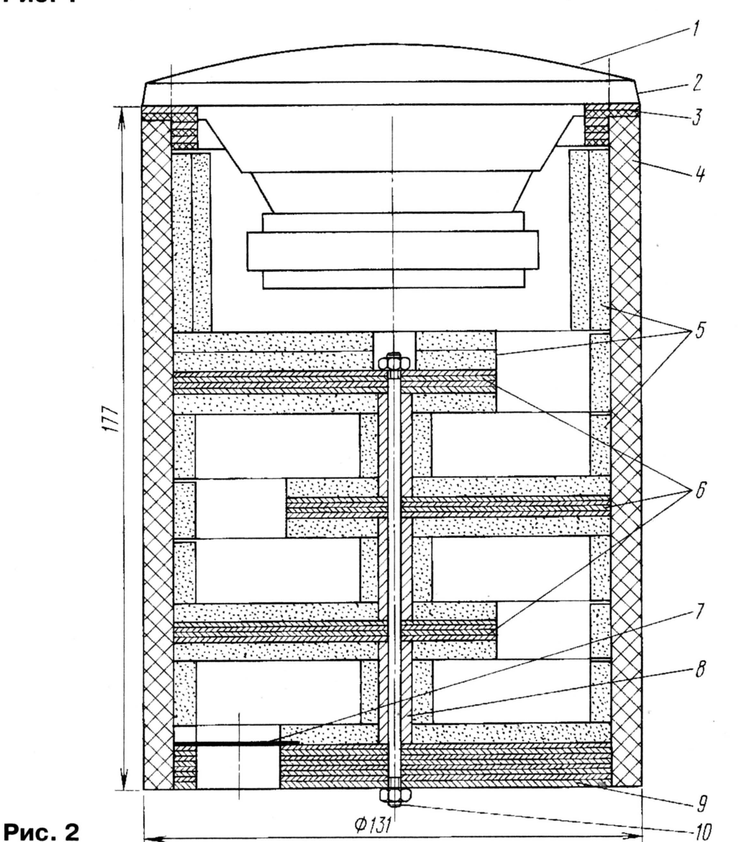


Рис. 2

головки. Кроме того, головки с небольшим диаметром диффузора (d) сохраняют в широкой полосе область поршневой работы при отсутствии колебательных мод, а также расширяют характеристику направленности излучения головки при условии d/λ≤1 (λ — длина звуковой волны).

Из множества моделей малогабаритных широкополосных головок, имеющихся в продаже, автор предпочел использовать универсальную двухполосную коаксиальную головку TS-E1070 фирмы Pioneer, рекомендуемую для установки в автомобиле. Ее широкополосный металлизированный диффузор выполнен из полипропилена инжекционного литья и имеет мягкий бутилкаучуковый подвес. Гибкий верхний подвес снижает резонансную частоту головки, а удлиненная звуковая катушка и большой диаметр центрирующей шайбы, играющей также роль демпфера, позволяют максимально увеличить амплитуду колебаний диффузора и улучшить линейность. Металлизирована и купольная диафрагма коаксиально расположенной высокочастотной головки. Технические характеристики этой головки приведены ниже, а ее АЧХ — на **рис. 1** (данные фирмы).

Максимальная музыкальная мощность, Вт 80
Номинальная мощность, Вт 25
Диаметр диффузора, мм 74
Диаметр подвеса диффузора, мм 100
Диаметр головки ВЧ, мм 28
Сопротивление, Ом 4
Чувствительность, дБ/Вт (1 м) 90
Рабочий диапазон частот при неравномерности 14 дБ, Гц .... 45...30 000

На **рис. 2** показан разрез корпуса громкоговорителя. Он состоит из цилиндра 4, изготовленного из проклеенных слоев бумажных обоев общей толщиной 8 мм на каркасе из фанерных сегментов 6 (**рис. 3**), дна 9 (**рис. 4**) и крышки 3 (**рис. 5**). Расположенные в корпусе фанерные сегменты образуют акустический лабиринт. Эта конструкция позволяет технологически просто получить одновременно жесткий корпус и лабиринт. Такой корпус не подвержен вибрациям, имеет высокие вязкие потери, а лабиринт удлиняет путь звуковой волны от задней части диффузора.

Конечно, длина этого лабиринта недостаточна, чтобы на низкой резонансной частоте головки 2 (1 — защитно-декоративная сетка) волна прошла путь λ/2, чтобы выйти из отверстия в задней стенке 9 громкоговорителя в фазе с колебаниями от передней части диффузора. Она составляет лишь часть λ/2. Этот лабиринт лучше рассматривать как очень узкую, по сравнению с длиной распространяющейся волны, открытую трубу (Ø<<λ) с большими вязкими потерями на стенках лабиринта и корпуса, оклеенных звукопоглощающим материалом 5. Сопротивление акустических потерь в нем зависит от коэффициента звукопоглощения абсорбента, эффект которого начинает расти приблизительно после 500 Гц и достигает максимума при его объеме в 70 % объема корпуса. При этом достигается значительное акустическое демпфирование уже на средних частотах, где особенно важна ровная АЧХ.

В качестве звукопоглощающего материала использован мягкий войлок

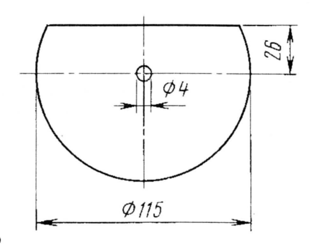


Рис. 3

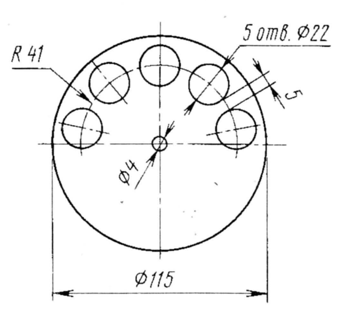


Рис. 4

толщиной 5...6 мм, изготовленный из искусственного волокна. В этом войлоке акустическое сопротивление близко к волновому сопротивлению воздуха и одновременно велико затухание колебаний. Войлок продается в хозяйственных магазинах как "звукоизоляционный материал и утеплитель".

Другим важным преимуществом лабиринта является связь задней стороны диффузора головки с открытым пространством, благодаря чему в системе отсутствует компрессия и сопутствующее ей повышение резонансной частоты головки.

Хотя устройство ГГ ясно из рис. 2, несколько слов нужно сказать о последовательности сборки. Предварительно все сегменты и дно должны быть оклеены войлоком. Они разделены стойками 8 (**рис. 6**), изготовленными из любого твердого материала (металл, пластмасса, дерево или проклеенная свернутая бумага). Систему из сегментов, стоек и дна из фанеры толщиной 10 мм стяжкой 10 (металлический пруток диаметром 4 мм) собирают в каркас. Предварительно на стойки 8 надевают кольца диаметром 20 мм из войлока. В дне 9 выходные отверстия заклеивают предохранительной металлической сеткой 7. Кроме того, в дне сверлят отверстия для клемм или проводов. На боковой (торцевой) поверхности сегментов делают канавки, в которые укладывают и приклеивают провода, идущие к электродинамической головке.

Детали из фанеры (см. рис. 3—5) вырезаны с помощью резца. На торцевые поверхности каркаса из сегментов, дна и крышки наклеивают клеем ПВА слой плотной бумаги (например, ватмана), причем одновременно приклеивают и предварительно нарезанные полосы войлока, плотно располагаемые между сегментами, дном и крышкой. Эта сложная операция требует особой аккуратности. Прежде всего хорошо должна быть выполнена

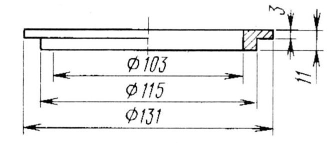


Рис. 5

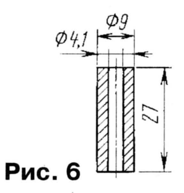


Рис. 6

приклейка торцевых поверхностей к бумаге: клей наносят обильно на торцы и бумагу. На просохшую конструкцию наклеивают слои бумажных обоев, каждый после полного высыхания предыдущего слоя. Предварительно рулон разрезают на три части (при ширине обоев 550...600 мм). На два громкоговорителя потребуется один рулон бумажных обоев длиной 11 м и 1,5 кг клея ПВА. Корпусы оклеивают слоем декоративного материала, например, искусственной кожи. Между головкой 2 и крышкой 3 прокладывают тонкое мягкое резиновое кольцо (на рис. 2 не показано) внешним диаметром 130 мм и внутренним отверстием диаметром 98 мм (например, вырезанное из старой автомобильной камеры).

Поскольку ось ГГ должна быть расположена горизонтально, на тыльную торцевую стенку устанавливают шарнир (имеющийся в продаже или самодельный), с помощью которого ГГ крепят непосредственно к стене или через небольшой кронштейн к мебели.

Оценка качества звуковоспроизведения ГГ производилась на слух. Звучание такого мини-громкоговорителя оказалось на удивление хорошим: ясный, отчетливый, "прозрачный" звук, отсутствие каких-либо резонансов или посторонних призвуков. Звучание было даже несколько лучше, чем у ГГ, описанного автором ранее ("Простой громкоговоритель с акустическим лабиринтом". — Радио, 2000, № 2, с. 13, 14). Это объясняется тем, что в конструкции большего размера применены головки заметно ниже по качеству — их звучание не такое яркое. Правда, его преимущество — круговая характеристика направленности, позволяющая слышать высокие частоты, находясь в любом месте помещения. Однако и мини-громкоговоритель тоже обладает достаточно широкой характеристикой направленности. Поскольку в нем диаметры самого ГГ и диффузора головки мало отличаются, его можно считать ненаправленным, пока d/λ≤1. При d/λ≥1, т. е. когда частота выше 3,5 кГц, начинает проявляться направленность: уровень 0,7 достигается при углах ±35 град. Для "пищалки" при ее диаметре 28 мм такая же направленность проявится на частотах выше 12 кГц.

Источником сигнала в обоих случаях служил УМЗЧ высокой верности. ■

DX-ВЕСТИ

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC),
комментатор радиокомпании "Голос России"

РОССИЯ

МОСКВА. "Русское Радио" (в Москве — 105,7 МГц) продолжает расширять свою вещательную зону. За последнее время к ней присоединились еще тринадцать городов: в России — Калуга — 102,1 МГц, Мончегорск — 104,8 МГц, Нальчик — 105,5 МГц, Нижневартовск — 106,3 МГц, Рыбинск — 71,87 МГц, Стерлитамак — 104,2 МГц; в Казахстане — Аркалык — 105,2 МГц, Джезказган — 105,2 МГц, Кокчетав — 102,0 МГц, Кзыл-Орда — 102,8 МГц; в Латвии — Лиепая — 107,6 МГц; на Украине — Николаев — 101,6 МГц и Черкассы — 104,1 МГц.

Радио "Милицейская Волна" (или просто МВ) работает на частоте 107,8 МГц. Теперь МВ обладает линией с волоконно-оптическим кабелем, проложенным от студии в Замоскворечье до Балашихинского передатчика. Сигнал по новому кабелю идет в цифровой форме, что позволило заметно улучшить качество звучания.

Московское "Авторадио" планирует в ближайшее время начать вещание в Белгороде, Кишиневе (Молдавия) и, что самое интересное и даже удивительное, в Лимассоле (Кипр).

В январе текущего года московская радиостанция "До-Радио" перешла от технического к регулярному вещанию на частоте 88,0 МГц. Формат вещания — популярная инструментальная музыка разных лет, от классики до мелодий из кинофильмов. Благодаря установке специальной аппаратуры "До-Радио" работает в автоматическом режиме. К сожалению, станция вещает с не очень мощного передатчика, используя низко расположенную антенну, поэтому прием ее программ в условиях разноэтажной городской застройки вызывает значительные затруднения.

С 22 января 2001 г. программы Всемирной Русской службы "Голоса России" в направлении Белоруссии, Молдавии, Украины и стран Балтии с 20.00 до 21.00 дополнительно транслируются на частотах 1143 и 6030 кГц. Кроме того, добавлен еще один час вещания для тех же регионов и территорий: с 19.00 до 20.00, частоты — 999 и 7170 кГц, а для Закавказья — 171 и 7185 кГц.

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ. В конце декабря 2000 г. началась ретрансляция программ радиостанции "Авторадио — народная марка" в городах Губкин и Старый Оскол на частоте 69,23 МГц, время вещания —с 05.00 до 14.00.

ЕКАТЕРИНБУРГ. С декабря прошедшего года на частоте радиостанции "Екатеринбург" (107,6 МГц) с 04.30 до 05.00 и с 18.00 до 19.00 ретранслируются программы радиостанции "Голос Америки" на русском языке. А на частоте, которую использует радиостудия "Город" (909 кГц), передачи "Голоса Америки" на русском языке звучат с 19.00 до 20.00, после чего начинаются трансляции этой же станции на английском языке. Кстати, здесь же в ночь на 27 декабря 2000 г. на частоте 90,8 МГц началась ретрансляция программ радиостанции "Модерн" из Санкт-Петербурга.

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. На заседании правления ОАО "Кубаньэлектросвязь" утверждена программа перевода проводного вещания в регионе на эфирное. Как сообщается в пресс-релизе компании, на финансирование этой программы в период до 2003 г. выделено более 80 млн рублей. Уже построены и введены в эксплуатацию УКВ передатчики в четырех крупных районах края.

САРАТОВ. После 10 мая 2000 г. в диапазоне средних волн здесь работает только одна станция — это ретранслятор московских программ радиостанции "Юность", работающий на частоте 1278 кГц. Две другие станции, использовавшие этот диапазон, законсервированы. В диапазоне УКВ ситуация следующая: Радио "Европа Плюс"(ретрансляция московских программ с местными вставками) — частота 68,6 МГц; передачи "Радио России" и саратовского областного вещания ведутся на частоте 71,09 МГц; "Маяка" — на частоте 72,65 МГц, причем по субботам, в течение часа, здесь же передается местная еженедельная культурно-музыкальная стереопрограмма под названием "Радио Волга — Саратов". Местная музыкально-коммерческая станция "Радио-С" круглосуточно вещает на частоте 73,43 МГц. Законсервированы частоты 67,19; 69,95 и 71,9 МГц, а надолго ли, и кто станет работать на них в будущем — неизвестно...

В диапазоне УКВ 88...108 МГц в Саратове обстановка довольно любопытная. Дело в том, что программы "Русского Радио" из Москвы здесь ретранслируют сразу две конкурирующие между собой фирмы (каждая — со своими рекламно-информационными врезками). Все это происходит на частотах 101,5 и 105,3 МГц. Остальные частоты пока используются так: "Радио-С" (уже упоминавшееся выше) — 102,1 МГц, "Деловая Волна" (или "Радио РДВ") ретранслируется на частоте 102,6 МГц, "Европа Плюс" — 103,5 МГц, "Эхо Москвы" — 105,3 МГц, "Наше Радио" (тоже из Москвы) — 107,3 МГц.

Программы московской радиостанции "Хит FM" чередуются с передачами местного "Тоник-радио" на частоте 104,3 МГц.

БЕЛОРУССИЯ

Ретрансляции программ московской радиостанции "Маяк" в этом году слышны на следующих частотах в КВ диапазоне: 2338, 2382, 2738, 2829, 3346, 3355, 3564, 4246, 4541, 4795,5, 4855, 4982, 5134 и 5256 кГц.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

АНГОЛА. Передачи радиостанции "Radio Nacional do Angola" приняты на частоте 3375 кГц с оценкой от 3 до 5 баллов. Радиостанция работает на французском языке в 20.00, на английском — в 21.00, на португальском — в 22.00. На частотах 944, 4950 и 7245 кГц все передачи транслируются на 1 час позже. Информация об этой станции (как, впрочем, и о многих других), приведенная в справочнике "WRTH'2001", к сожалению, совершенно не соответствует действительности.

АРГЕНТИНА. Радиостанция "Mitra Buenos Aires" ("LR6") принята с 01.15 до 01.25 на частоте 15820 кГц на LSB.

ИЗРАИЛЬ. Здесь заработала новая арабоязычная станция под названием, которое можно перевести как "Экспериментальное Радио Средиземноморского Бассейна". Ее работа отмечена с 23 декабря прошедшего года на частоте 756 кГц. Следует напомнить, что эта же частота использовалась в недалеком прошлом другой израильской радиостанцией — "Голос Юга". Израильская газета "Га'аретц" от 26 декабря 2000 г. сообщила о том, что "новая станция находится на севере страны".

ИСЛАНДИЯ, Рейкьявик. Национальное радио Исландии на исландском языке было хорошо слышно в 12.15 на частоте 13865 кГц. Оценка качества приема по шкале SINPO — 45444.

КИРГИЗИЯ, Бишкек. Радио "Хит FM" вещает в Бишкеке и Чуйской области на частоте 105,6 МГц, а на территории Иссык-кульской области — на частоте 101,4 МГц. Радиостанция "Манас FM" работает на частоте 101,4 МГц. Ее опекает одноименный Киргизско-Турецкий университет. "АвтоРадио" в Бишкеке можно слушать на частоте 100,8 МГц. Радио "Макс" использует частоту 106,2 МГц. Радиостанция "Кыргызстан Обондору" ("Мелодии Киргизии") работает на частоте 106,5 МГц, радио "Европа Плюс" (ретрансляция из Москвы) — на частоте 101,7 МГц, а "Русское Радио" — на частоте 104,4 МГц. Все перечисленные радиостанции вещают и в Интернете.

НИДЕРЛАНДЫ. По сообщению голландского телевидения, "Radio Nationaal", передающая национальную музыку на частотах 1035 и 1332 кГц, находится на пороге банкротства из-за недостаточной аудитории слушателей и рекламодателей. Большинство радиослушателей в Голландии теперь предпочитают диапазон FM, так что DX-истам следует поторопиться получить QSL-карточки от этой станции.

РУМЫНИЯ. Радио "Sud-Est", которую еще совсем недавно некоторые считали нелегальной станцией, оказывается, работает вполне официально. Она слышна в эфире круглосуточно на частоте 1602 кГц. Ее сайт в Интернете: <www.radiosudest.com>.

США/КИТАЙ. КНР заключила контракт с базирующейся в Далласе, США, компанией "Continental Electronics" на изготовление и поставку четырех мощных КВ передатчиков, два из которых — по 100 кВт и еще два — по 500 кВт. Эти передатчики могут управляться как вручную, так и автоматически и способны работать в диапазоне от 3900 до 26100 кГц, т. е. охватывать диапазоны КВ от 90 до 11 метров.

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC.

E-mail: receiver@paguo.ru
тел. 208-83-05

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С СИНХРОННЫМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

В. Поляков, г. Москва

Неожиданное — всегда рядом. Нужно только вовремя заметить это неожиданное и найти способ извлечь из него пользу. Например, в самом амплитудно-модулированном сигнале заложен ключ к усовершенствованию приемника. Чтобы убедиться в этом, автор предлагает провести несложные эксперименты, которые по силам даже начинающим радиолюбителям. Для проведения подобных работ он рекомендует воспользоваться самым "элементарным" приемником.

Приемник с ключевым детектором, правильнее сказать, смесителем или перемножителем, изобретен Гольд-шмидтом в Германии еще ранее, в начале 1900-х годов. Механический коммутатор представлял собой колесо с множеством контактов, быстро вращаемое моторчиком [2]. Контакты на колесе замыкались с неподвижным контактом, обеспечивая частоты коммутации в десятки килогерц. В то время радиостанции работали телеграфом на сверхдлинных волнах и приемник позволял принимать телеграфные сигналы на слух, при этом расстройка между частотами сигнала и ключа устанавливалась порядка 400...1000 Гц регулировкой скорости вращения моторчика. Позднее появились приемники со смесителями и генераторами на лампах, и их стали называть гетеродинными. Они были незаменимы для приема телеграфных сигналов, обеспечивая гораздо большую дальность связи, чем известные тогда детекторные приемники с телеграфными реле (О. Лоджа, А. Попова, Г. Маркони и др.). Гетеродинные приемники были забыты с появлением радиовещания с АМ, поскольку средств синхронизации тогда не было, а асинхронный гетеродинный приемник для приема АМ не годился — слышно не передачу, а только тон биений сигнала и гетеродина.

В изображенном на **рис. 1,а** приемнике с ключевым смесителем контур, образованный емкостью антенны и элементами L1C1, настроен на частоту сигнала. Если ключ смесителя SA1 замкнут в те промежутки времени, когда проходит положительная полуволна сигнала, то через телефоны потечет пульсирующий ток положительной полярности (**рис. 1,б**). Если же фазу коммутации ключа изменить на обратную, то и импульсы тока в телефонах будут отрицательными. Но если фаза коммутации сдвинута на 90 град. по отношению к сигналу, импульсы тока окажутся двуполярными — средний ток будет равен нулю. Таким образом, ключевой детектор чувствителен к фазе сигнала. В случае, когда частота коммутации не совпадает с частотой сигнала, импульсы тока в нагрузке будут то положительными, то отрицательными — появится тон разностной частоты.

Итак, чтобы детектировать АМ сигнал, ключ надо замыкать строго синхронно

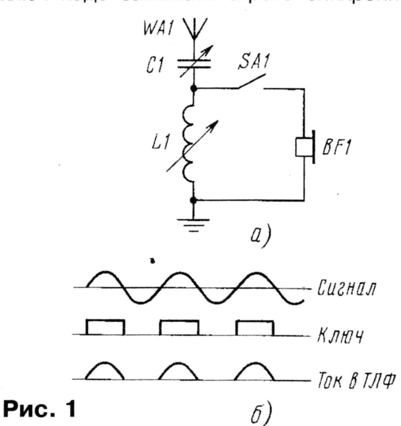


Рис. 1

с колебаниями несущей сигнала, тогда однополярные импульсы тока в нагрузке начнут изменяться в такт с модуляцией сигнала и будет слышна передача. Такой детектор и называется синхронным. Возможности синхронного приема АМ сигналов рассмотрены в [2] — замечательной книге, написанной в 1941 г., увидевшей свет в 1961-м и не устаревшей до наших дней.

Синхронный детектор обладает рядом достоинств: он идеально линеен, не детектирует сигналов радиостанций из соседних каналов — они дают только биения с частотой, равной разности частот сигнала и коммутации, более чувствителен и согласуется практически с любой нагрузкой.

В нашем приемнике использована современная элементная база. Роль механического коммутатора с успехом выполнит полевой транзистор с изолированным затвором, например, серии КП305. Когда на его затвор подано отрицательное напряжение, проводящий канал между истоком и стоком закрывается электрическим полем затвора и сопротивление между стоком и истоком очень велико. Если же на затворе положительное напряжение, сопротивление канала составляет всего сотни или даже десятки ом. Таким образом, полевой транзистор служит ключом, управляемым напряжением, которое берется не от местного гетеродина (приемник все же детекторный), а прямо с контура, на котором присутствует напряжение несущей АМ сигнала (ведь сама по себе энергия несущей частоты информации не несет) — так пусть оно хотя бы коммутирует ключ!

В идеальном случае надо бы разделить принятый сигнал двумя фильтрами: одним — очень узкополосным, выделяющим только несущую из спектра сигнала, другим — полосовым, с режекцией несущей, выделяющим только частоты боковых полос (**рис. 2**). Когда из антенного контура на фильтры поступит АМ сигнал (осциллограммы показаны на **рис. 3**), первый фильтр выделит немодулированные колебания несущей (CW), а второй — балансно-модулированный сигнал боковых полос без несущей (DSB). Фаза последнего совпадает с фазой несущей при положительной полуволне ЗЧ и меняется на обратную при отрицательной. Несущая, выделенная фильтром Z1, управляет ключом, и на его входе появляются положительные импульсы тока при положительной полуволне ЗЧ и отрицательные — при отрицательной. В телефоны потечет ток звуковой частоты без постоянной составляющей.

Столь узкополосные фильтры нельзя сделать на обычных колебательных контурах, но они имеются — это синхронные фильтры на коммутируемых конденсаторах. Суть их работы сводится к следующему: к цепи переменного тока (рис. 3) периодически и поочередно подключают конденсаторы. Если моменты подключения каждого конденсатора попадают всегда в одну и ту же точку синусоиды, то конденсатор зарядится до соответствующего напряжения и перестанет потреблять ток. На всей системе конденсаторов выделится ступенчатое напряжение, аппроксимирующее входное синусоидальное. Если же частота коммутации не совпадает с частотой входного сигнала, на конденсаторы будет поступать каждый раз разное напряжение, конденсаторы не зарядятся и на выходе сигнала не будет.

Рис. 2

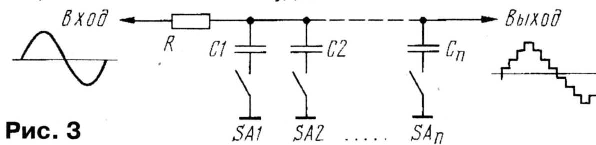


Рис. 3

У нас в проектируемом приемнике уже есть ключ, который, кроме демодуляции сигнала, может выполнять и роль ключа синхронного фильтра. Осталось добавить конденсатор, чтобы получить простейший синхронный фильтр с одним ключом и одним конденсатором. Схема

получившегося приемника показана на **рис. 4**. Затвор полевого транзистора подключен ко всему контуру. Сопротивление цепи затвора чрезвычайно велико и совершенно не нагружает контур, поэтому на нем может развиваться весьма значительное напряжение высокой частоты сигнала — 0,5...3 В [3]. Как раз такое и нужно для уверенной коммутации транзистора. Конденсатор С3 — обычный блокировочный, он сглаживает высокочастотные пульсации тока после ключа.

Конденсатором фильтра служит разделительный конденсатор С4 — он заряжается положительными импульсами тока (см. рис. 1,б), после чего ток из контура в режиме несущей при немодулированном сигнале вообще перестает потребляться. Контур оказывается ненагруженным, его добротность — большой, а селективность — высокой. Иное дело при

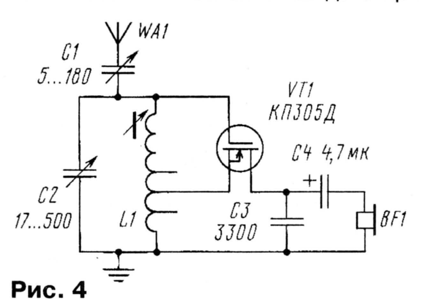


Рис. 4

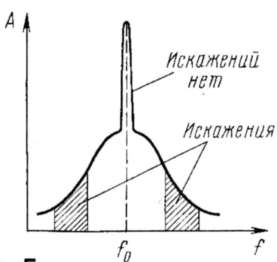


Рис. 5

модуляции: когда напряжение на контуре возрастает, по цепи ключ —телефоны протекает ток "дозарядки" конденсатора (положительная полуволна звукового сигнала). Когда же напряжение на контуре уменьшается, конденсатор С4 через ключ и телефоны разряжается на контур, подпитывая контур синфазными импульсами тока (отрицательная полуволна звукового сигнала). Таким образом, на несущей сигнала энергия из контура не потребляется и постоянного тока в телефонах нет, а происходит перекачка энергии из контура в конденсатор и обратно в соответствии со звуковыми колебаниями. При этом потребляется только энергия спектра частот боковых полос сигнала, и она переходит в энергию звука в телефонах. Как видим, приемник в работе очень непрост, несмотря на простоту схемы!

Если наблюдать высокочастотные колебания в контуре с помощью осциллографа (использовался выносной щуп с делителем 1:10 с входным сопротивлением 10 МОм и емкостью 10 пФ), можно увидеть, что происходит "размодуляция" сигнала — пики амплитуды сглаживаются, а провалы поднимаются. Это соответствует подъему несущей, что как нельзя лучше способствует правильной работе ключа и уменьшению ее зависимости от модуляции сигнала. АЧХ контура приобретает очень необычный вид: на пологой резонансной кривой нагруженного контура обычного детекторного приемника появляется острый пик на частоте несущей (**рис. 5**). Высота пика пропорциональна конструктивной добротности контура, которая достигает на СВ порядка 200...300, тогда как нагруженная добротность — всего несколько десятков. Ширина пика определяется (предположительно) постоянной времени цепочки, образованной конденсатором С4 и суммарным сопротивлением ключа и телефонов. С увеличением емкости С4 ширина пика уменьшается. Более того, этот пик "вырастает" только при наличии сигнала заметной амплитуды, ведь для его образования нужна коммутация ключа. В случае достаточно большой емкости С4 (порядка 100 мкФ) можно наблюдать рост пика после настройки на несущую в течение нескольких секунд!

Приемник "не терпит" неточной настройки — пик АЧХ должен образовываться на несущей. Если же пик окажется на боковой полосе, то он будет появляться лишь при глубокой модуляции, поднимет одну из боковых частот, что приведет к сильным искажениям звукового сигнала. Но это вовсе не значит, что надо настраиваться с точностью до нескольких герц, надо только, чтобы несущая попала на вершину довольно пологой АЧХ нагруженного контура, затем пик вытянется автоматически на несущей сигнала.

Другой интересный эффект проявляется при большой емкости С4. Если быстро перестроить приемник от несущей мощной станции на несколько килогерц, можно услышать свист повышающегося тона. Это энергия заряженного конденсатора "перекачивается" в контур, но уже не на частоте несущей, а на частоте настройки контура, при этом слышны биения с несущей. И действительно, если считать заряженный конденсатор источником питания (на доли секунды его хватит), то его положительный полюс соединен со стоком, а сам транзистор включен по схеме генератора — индуктивной трехточки (см. рис. 4) — он и генерирует, пока есть заряд!

Во время одного эксперимента, желая измерить напряжение на С4, автор по ошибке подсоединил к конденсатору тестер, оказавшийся в режиме омметра. И приемник загенерировал, потребляя всего около 15 мкА и развивая на контуре около 2 В. На такой автодинный приемник вполне удовлетворительно принимались АМ станции в режиме захвата частоты. Полоса захвата составляла от сотен герц до единиц килогерц, в зависимости от силы сигнала. Зато в режиме биений прослушивалось практически все, что было в эфире! Отличный эксперимент, чтобы оценить достоинства гетеродинного приема и преимущество телеграфа!

Несколько слов о деталях. Транзистор должен открываться и закрываться при напряжении на затворе, близком к нулевому. Его надо подобрать по сопротивлению канала при нулевом напряжении на затворе. Оно измеряется авометром между выводом стока и всеми остальными выводами, соединенными вместе. К стоку должен присоединяться тот вывод авометра, на котором положительное напряжение (при измерении токов и напряжений этот вывод отрицательный!). С высокоомными телефонами хорошо работают транзисторы с сопротивлением канала в десятки кОм, а с низкоомными — около 1...2 кОм. Если же сопротивление канала очень велико или очень мало, то такой транзистор не подходит — его напряжение "отсечки" составляет несколько вольт и он либо всегда будет закрыт, либо всегда открыт — приема не будет. Полевые транзисторы с изолированным затвором легко пробиваются и выходят из строя от статического электричества, поэтому следует соблюдать все правила обращения с ними: перемыкать выводы при монтаже, паяльник соединить с общим проводом приемника и через резистор 100 кОм с браслетом на руке оператора .

Из транзисторов серии КП305 подойдут экземпляры с буквенными индексами А, Б и Д, имеющие нулевое или небольшое положительное напряжение отсечки. Экспериментируя, автору удалось получить на контуре большое напряжение несущей. Хорошо работали даже КП301 и КП304 с напряжением отсечки 5 В, но слабые станции не были слышны. В приемнике несколько хуже работают отобранные по тому же принципу и полевые транзисторы с p–n переходом, например, КП303А. В цепь затвора этих транзисторов следует включить "гридлик" — параллельно соединенные резистор 1,5...2,7 МОм и конденсатор 47...100 пФ, чтобы возможный ток затвора создавал некоторое дополнительное смещение, а не шунтировал контур.

Положение отвода катушки (в пределах 1/4....1/20 от общего числа витков) подбирают вплоть до получения максимальной громкости и качества звучания. Можно использовать и катушку связи, соблюдая направление ее намотки (при перемене выводов катушки связи изменяется и полярность зарядки конденсатора С4). Его емкость на схеме указана для высокоомных телефонов. Для низкоомных ее надо увеличить до 22...50 мкФ.

Полезно пропорционально увеличить и емкость С3. При использовании низкоомных телефонов отвод делается ближе к заземленному выводу катушки. Автор, используя телефоны ТДС–6 с сопротивлением 32 Ом (обе половины стереотелефонов соединены последовательно), получил хорошее звучание при использовании средневолновой катушки от магнитной антенны промышленного приемника, содержащей около 60 витков с отводом от 6–го витка. Конденсатор С2 чаще всего устанавливался в положение минимальной емкости, а настройка велась конденсатором С1 и ферритовым стержнем катушки. С антенной длиной менее 10 м для трех московских радиостанций напряжение на контуре было больше 1,5 В.

Приемник работал несколько громче обычного детекторного, зато селективность его оказалась намного выше. Например, радиостанции на частотах 846 и 873 кГц прослушивались раздельно, чего нельзя было добиться с обычным детекторным приемником, поскольку сигналы второй станции были намного сильнее.

Любопытно отметить, как менялась громкость этих станций в зависимости от

E-mail: receiver@paguo.ru
тел. 208-83-05

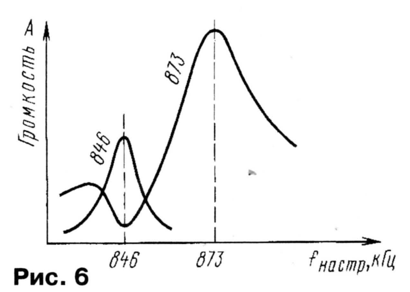


Рис. 6

частоты настройки (**рис. 6**) — вторая проходила всегда громче, кроме случая точной настройки на 846 кГц, теперь первая выделялась, а вторая подавлялась. Сказывалась работа синхронного детектора — коммутируемого фильтра. Таким образом, селективность этого приемника отличается от обычной, статической селективности приемников с фильтрами. Эта селективность — динамическая, проявляющаяся только при поступлении на ключ несущей сигнала достаточной амплитуды. Если же сигналы на входе приемника слабы, то происходит лишь небольшая модуляция проводимости канала транзистора сигналом. Можно показать, что приемник при этом работает в режиме квадратичного детектирования, синхронные эффекты проявляются слабо или вообще незаметны, а селективность не выше, чем у обычного детекторного. Конденсатор С4 в этом режиме можно и замкнуть без особого влияния на работу приемника. Когда же при настройке на станцию с достаточным уровнем несущей транзистор начинает работать в ключевом режиме, проявляются все достоинства синхронного приема.

Математический анализ работы описываемого приемника еще не сделан, и эта задача наверняка будет интересна студентам и аспирантам, а также теоретикам радиотехнических специальностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Балашов М., Беляков В**. "Громкоговорящий" детекторный приемник. — Радио, 1982, № 9, с. 50, 51.

2. **Момот Е. Г**. Проблемы и техника синхронного радиоприема. — М.: ГЭИ, 1941; Связьиздат, 1961.

3. **Поляков В.** Мистика коротких антенн. — Радио, 2000, № 8, с.18, 19.

E-mail: receiver@paguo.ru
тел. 208-83-05

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

А. СКВОРЦОВ, г. Мытищи Московской обл.

На страницах журнала "Радио" уже публиковались материалы общего характера, рассказывающие о ПЛИС — программируемых логических микросхемах. Эта статья познакомит вас с особенностями ПЛИС фирмы XILINX, получивших широкое распространение. В последующих номерах журнала редакция предполагает дать описание конкретной конструкции (частотомера), выполненной на ПЛИС этой фирмы.

Еще недавно в распоряжении разработчика цифровых электронных устройств имелась лишь "жесткая" логика. Искусство проектирования заключалось в достижении поставленной цели с помощью минимального числа микросхем, способных выполнять лишь строго определенные функции. Устройство отлаживали и совершенствовали, перерезая печатные проводники и "навешивая" проволочные перемычки и дополнительные детали. Нередко ошибки, допущенные на этапе проектирования, удавалось исправить только ценой изготовления новой печатной платы.

Микропроцессоры ситуацию почти не изменили, ведь каждый из них требует довольно сложной "обвязки" из обычных логических элементов. К тому же во многих случаях специализированные цифровые устройства решают задачу эффективнее универсальных микропроцессорных.

Революция началась с появлением микросхем ППЗУ и программируемых логических матриц (ПЛМ или PLD – programmable logical device). Пережигая с помощью программатора предусмотренные в них плавкие перемычки, разработчик получил возможность реализовать в одной микросхеме десяток почти любых логических функций. Но микросхему с лишней пережженной перемычкой приходилось выбрасывать. Типичные представители однократно программируемых ППЗУ и ПЛМ – отечественные приборы серий 556 и 1556. Многократно программируемые ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием, к сожалению, мало подходят для реализации логических функций из-за недостаточного быстродействия.

Некоторое распространение получили "заказные" микросхемы на основе БМК — базовых матричных кристаллов, выпускавшихся, например, в сериях К1515, К1520. БМК содержит сотни логических элементов и способен заменить несколько десятков микросхем малой и средней степени интеграции. Элементы соединяют прямо на кристалле по нужной заказчику схеме на последних этапах производственного цикла. Естественно, заказывать такие микросхемы имеет смысл при потребности не менее нескольких сотен штук, а изменить что-либо в готовом приборе уже невозможно.

Дальнейшее развитие технологии ПЛМ и БМК привело к созданию программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Реализуемые ими функции можно многократно изменять, нередко для этого даже не нужно извлекать микросхему из устройства, в котором она работает.

Подобно БМК, кристалл ПЛИС содержит большое число однотипных логических элементов. Основное отличие в том, что соединяют элементы в нужном порядке с помощью электрически программируемых перемычек — ключей на полевых транзисторах. А в каждом логическом элементе имеются переключатели (мультиплексоры), программируя которые, можно изменять выполняемые функции.

Почти все внешние выводы ПЛИС универсальны. Любой из них может служить входом, выходом или быть двунаправленным. Некоторые выводы имеют дополнительные функции, например, служат для программирования конфигурации микросхемы, что, однако, не исключает их использования в качестве обычных входов или выходов.

По внутренней структуре и способу запоминания конфигурации ПЛИС фирмы XILINX можно разделить на два вида: FPGA (field programmable gate array – матрица вентилей, программируемых электрическим полем) и CPLD (complex programmable logic device – сложная программируемая логическая матрица).

К FPGA относят микросхемы серий XC2000, XC3000, XC4000, XC5200, XC6000 и SPARTAN. Подобно ОЗУ, они сохраняют заданную конфигурацию только при включенном питании и "забывают" ее после выключения. Каждый раз, включив питание, такую ПЛИС необходимо программировать заново. Программу обычно хранят в установленном на одной плате с ПЛИС загрузочном ПЗУ, которое может быть последовательным одноразрядным или обычным восьмиразрядным. Способ загрузки конфигурации задают логическими уровнями на управляющих входах. Процедура перезаписи выполняется автоматически, после чего ПЛИС переходит в рабочий режим.

В одном ПЗУ допускается хранить информацию для нескольких ПЛИС. Одна из них служит ведущей (master) и, закончив собственную загрузку, управляет записью данных в ведомые (slave) микросхемы. Назначение ведущей или ведомой никак не влияет на логические функции, выполняемые ПЛИС после загрузки.

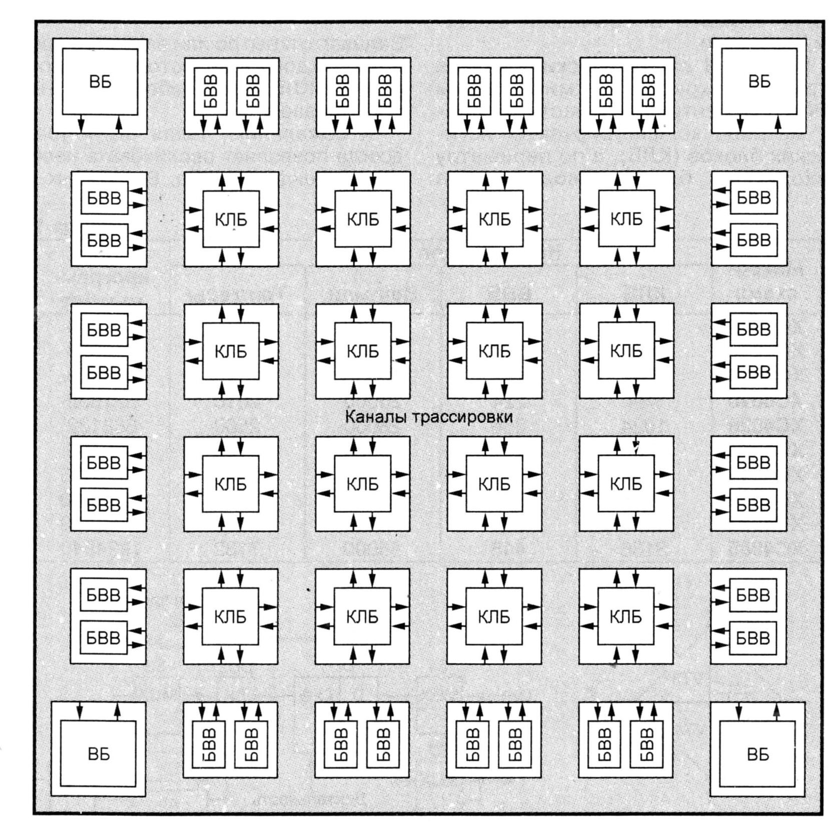


Рис. 1

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

Специально для совместной работы с ПЛИС фирма XILINX разработала и выпускает серию однократно программируемых последовательных ПЗУ XC1700 информационной емкостью, достаточной для всех выпускаемых этой фирмой ПЛИС структуры FPGA.

К CPLD относят микросхемы серий XC7000 и XC9500. Они сохраняют конфигурацию независимо от наличия питающего напряжения. В микросхемы XC7000 конфигурацию заносят с помощью программатора, а стирают ультрафиолетовым излучением. Такие ПЛИС устанавливают, как правило, в уже отлаженные устройства. Для отладки новых изделий они неудобны из-за длительной (до часа) процедуры очистки.

Микросхемы серии XC9500, выполненные по технологии FLASH, можно неоднократно программировать, не извлекая из устройства, в которое они установлены. Для этого в них предусмотрен специальный порт JTAG. Чтобы записать исходную конфигурацию или внести в нее изменения, выводы этого порта через несколько буферных микросхем соединяют кабелем с портом LPT персонального компьютера.

Порт JTAG полезен не только для программирования. Через него компьютер может получить информацию о логических уровнях на всех выводах ПЛИС и в контрольных точках внутри нее. Возможность организовать такой порт предусмотрена и в ПЛИС структуры FPGA последних серий. Выводы микросхемы, занятые портом JTAG, могут служить и обычными входами/выходами.

На **рис. 1** схематически показана структура кристалла микросхемы FPGA. Его центральную часть занимает матрица конфигурируемых логических блоков (КЛБ), а по периметру находятся блоки ввода/вывода (БВВ), соединенные с контактными площадками. Представление о сложности современных ПЛИС дает **табл. 1**, где приведены сведения о числе КЛБ и БВВ, имеющихся в FPGA серии XC4000. Вентили и триггеры в данном случае не самостоятельные элементы, а входят в состав указанных блоков.

Каждый из БВВ способен быть входным или выходным, а связанный с ним внешний вывод микросхемы — входом (IPAD), выходом (OPAD) или быть двунаправленным (IOPAD). По углам кристалла расположены вспомогательные узлы. Свободную от логических элементов площадь занимают каналы трассировки, где проложено большое число проводников, на пересечениях которых находятся программируемые ключи. Каждый ключ состоит из шести полевых транзисторов, соединенных, как показано на **рис. 2**.

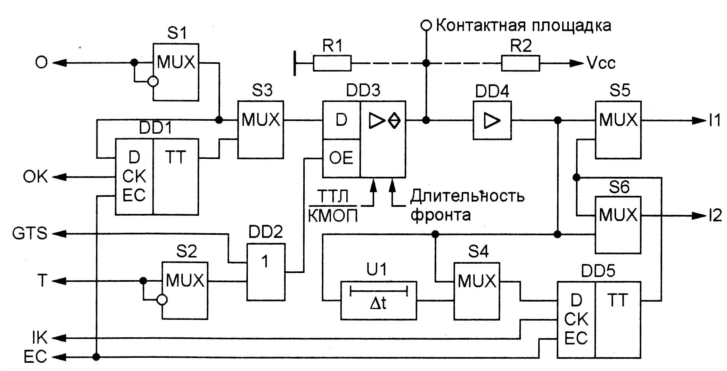


Рис. 4

Задавая открытое или закрытое состояние каждого транзистора, можно соединить КЛБ между собой и с БВВ нужным образом.

К сожалению, такая структура не всегда позволяет реализовать необходимую конфигурацию. В сложных устройствах с большим числом длинных нерегулярных связей удается использовать не более половины ресурсов кристалла.

Схема самого простого БВВ (он применяется в микросхемах серии XC5200) показана на **рис. 3**. Контактная площадка кристалла соединена с выходом управляемого буфера DD1 и с входом буфера DD2. Предусмотрена возможность задать исходный логический уровень на входе, связывая контактную площадку с общим проводом через резистор R1 или с шиной питания через резистор R2. Программируемые переключатели S1, S2 обеспечивают прямую или инверсную связь БВВ с матрицей КЛБ. С помощью переключателя S3 при необходимости инвертируют входной сигнал. Линия задержки U1 служит для выравнивания времен распространения сигналов по различным цепям ПЛИС. Буфер DD1 снабжен устройством программирования длительности фронта выходного сигнала. Пологий фронт, не снижая внутреннего быстродействия ПЛИС, избавляет от "звона" при плохом согласовании внешней нагрузки БВВ.

БВВ микросхем FPGA других серий сложнее (**рис. 4**) и дополнительно снабжены двумя D-триггерами, с помощью которых можно запоминать значения входных и выходных сигналов. В некоторых случаях предусмотрена настройка на логические уровни сигналов, характерные для микросхем структуры КМОП или ТТЛ.

Таблица 1

Микросхема	На кристалле имеются				Длина программы, бит
	КЛБ	БВВ	Вентили	Триггеры	
XC4005	186	112	5000	616	151910
XC4010	400	160	10000	1120	283376
XC4013	576	192	13000	1536	393580
XC4020	784	224	20000	2016	521832
XC4028	1024	256	28000	2560	668132
XC4036	1286	288	36000	3168	832480
XC4044	1600	320	44000	3840	1014876
XC4052	1936	352	52000	4576	1215320
XC4062	2304	384	62000	5376	1433812
XC4085	3136	448	85000	7182	1924940

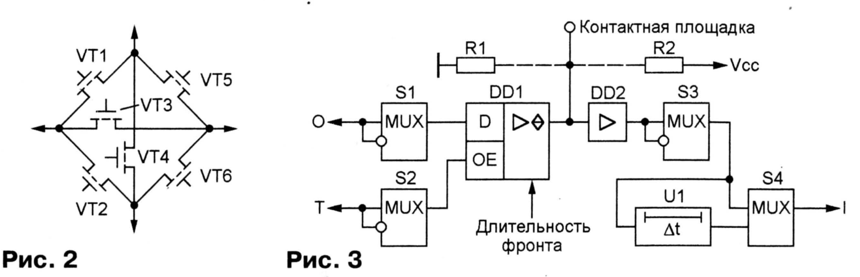


Рис. 2 **Рис. 3**

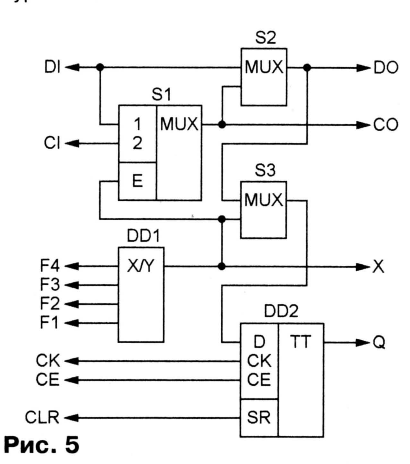


Рис. 5

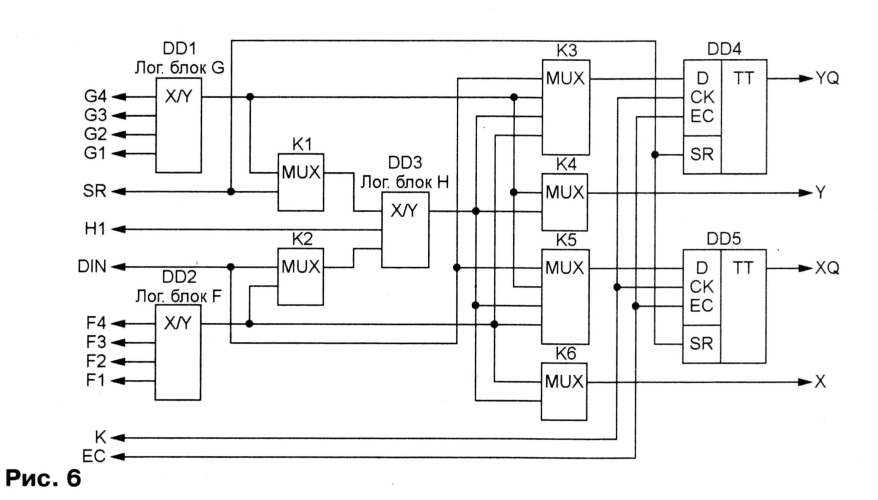


Рис. 6

КЛБ микросхемы серии XC5200 состоит из четырех микроячеек, выполненных по схеме, приведенной на **рис. 5**. Каждая ячейка содержит генератор произвольной логической функции четырех переменных DD1 (РПЗУ на 16 бит) и триггер DD2. Все четыре триггера одного КЛБ имеют общие входы сигналов асинхронного сброса (CLR), синхронизации (CK) и разрешения (CE).

В состав КЛБ микросхем FPGA серий XC3000, XC4000 и Spartan (**рис. 6**) входят по два логических блока (DD1, DD2) и D-триггер (DD4, DD5). Выходные сигналы блоков DD1 и DD2 могут быть дополнительно обработаны логическим блоком DD3.

(Окончание следует)

КАК ЗАПИСАТЬ В ПЗУ АУДИОДАННЫЕ ИЗ WAV-ФАЙЛА И "ПРОИГРАТЬ" ИХ

А. ДОЛГИЙ, г. Москва

В последнее время получили широкое распространение всевозможные музыкальные звонки, "говорящие" часы и др. подобные устройства. Носителем звуковой информации в них служит ПЗУ, в которое записаны аудиоданные, например, из так называемого wav-файла. О том, что собой представляет подобный файл, как его подготовить и записать в ПЗУ и как самому изготовить "проигрыватель" для его воспроизведения, рассказывается в статье.

Независимо от используемой элементной базы, конструктивного исполнения и сервисных удобств принцип действия большинства "говорящих" и "играющих" устройств одинаков. Их тракт формирования звуковой информации построен по структурной схеме, показанной на **рис. 1**. С каждым импульсом тактового генератора G1 изменяется состояние счетчика адреса D1 и код из очередной ячейки ПЗУ DS1 поступает на цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) A1. Сигнал с его выхода через фильтр нижних частот (ФНЧ) Z1 поступает на вход УМЗЧ (на схеме не показан), а с его выхода — на громкоговоритель.

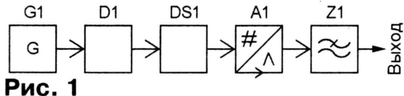


Рис. 1

Главное достоинство устройства, выполненного по такой схеме, — способность воспроизвести любой звук: достаточно занести в ПЗУ описывающие его коды, а затем считать их. Но где их взять? Прежде всего, в огромной коллекции различных звуков и мелодий, существующих в виде компьютерных файлов. При необходимости файл с записью нужного звукового фрагмента несложно создать самостоятельно, воспользовавшись стандартными программными средствами Windows.

Для хранения аудиоданных в файлах разработано множество форматов. Один из самых распространенных — WAV (подобные файлы имеют имена с расширением .wav). Согласно требованиям фирмы Microsoft, в любом мультимедийном приложении, официально признанном совместимым с Windows, должна быть предусмотрена возможность работы именно с такими файлами, а со всеми другими — лишь по желанию авторов приложений.

Имея нужный WAV-файл, ответить на поставленный в заголовке вопрос очень просто: достаточно найти в нем последовательность байтов 64Н, 61Н, 74Н, 61Н (соответствующие им символы образуют слово data), пропустить следующие за ними четыре байта и "зашить" в ПЗУ оставшуюся часть файла. Сделать это поможет программа, текст которой на языке Turbo Pascal 7.0 приведен в **табл. 1**. Проанализировав файл, программа выводит на экран монитора сведения о содержащихся в нем аудиоданных и записывает эти данные в РПЗУ (например, AT24C512). Последнее подключают к порту LPT компьютера с помощью адаптера, схема которого изображена на рис. 6 в статье автора этих строк "Микросхемы памяти с интерфейсом I²C. Особенности и применение" ("Радио", 2001, № 2, с. 24—26; № 3, с. 25, 26). При необходимости программу не трудно переделать для программирования РПЗУ и других типов.

Остается собрать несложное воспроизводящее устройство (оно будет описано далее) и слушать сколько угодно раз записанные в РПЗУ звуки. Однако хороший результат будет получен лишь при соблюдении некоторых условий, в противном случае воспроизведенные звуки лишь отдаленно напомнят оригинал.

Основных требований два: частота квантования ($F_{КВ}$) звукового сигнала в исходном WAV-файле должна быть в точности равна таковой (т. е. частоте смены адресов ПЗУ) в устройстве воспроизведения, а коды чисел-отсчетов мгновенных значений — представлены в форме, пригодной для непосредственной подачи на ЦАП. При неравенстве частот квантования воспроизводимый звук будет замедлен или ускорен с соответствующим сдвигом по частоте всего спектра (вспомните голоса Винни-Пуха и Пятачка в известном мультфильме). А несовпадение форм представления чисел приведет к очень большим нелинейным искажениям.

Конечно, искажения возможны и по другим причинам. Например, в файле записан стереозвук, а воспроизводящее устройство — монофоническое. Нередко, стремясь уменьшить длину файла, аудиоданные перед записью "сжимают" тем или иным способом. Результат их воспроизведения без предварительной "распаковки" вообще непредсказуем.

Но не отчаивайтесь, обнаружив, что понравившийся звуковой фрагмент записан в WAV-файл в форме, непригодной для прямого переноса в ПЗУ синтезатора. Прежде всего попытайтесь преобразовать его с помощью стандартной программы, например, той, которая входит в стандартный комплект Windows 98 и под названием "Звукозапись" находится в папке "Развлечения" (Пуск>Программы>Стандартные>Развлечения>Звукозапись). Кроме своего основного назначения, она "умеет" изменять частоту квантования звука, преобразовывать 16-разрядные данные в восьмиразрядные и обратно, а стереофоническую запись — в монофоническую.

Если стандартная программа по какой-либо причине не подошла, придется выполнить необходимые преобразования самостоятельно. А для этого нужно знать, как "устроен" WAV-файл — частный случай разработанного фирмой Microsoft формата файлов RIFF (Resource Interchange File Format), предназначенных для обмена ресурса-

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

Таблица 1

```
uses CRT,DOS;

type tChunkHeader=record
      Name:array[0..3] of char;Size:longint
     end;
     tWaveFormatex=record
      wFormatTag,nChannels:word;
      nSamplesPerSec,nAvgBytesPerSec:longint;
      nBlockAlign,wBitsPerSample:word
     end;

const ROMTop=longint($FFFF);ROMBlockSize=128;
      ProgressStep=(ROMTop+1) div 64;
      Base=$378;P_OUT=Base;P_IN=Base+1;
      SCLOutMask=$20;SCLInMask=$80;
      SDAOutMask=$40;SDAInMask=$40;
      ResType:string[4]='****';
      DataFound:boolean=false;

var I,DataStart,ErrCount:longint;NoErr:boolean;
    B,St,OldTextAttr:byte;Wav:file of byte;
    ChunkHeader:tChunkHeader;
    AChunkHeader:array[0..SizeOf(tChunkHeader)-1]
     of byte absolute ChunkHeader;
    WaveFormatEx:tWaveFormatEx;
    AWaveFormatex:array[0..SizeOf(tWaveFormatex)-1]
     of byte absolute WaveFormatex;

procedure SetSCL;
begin St:=St and not SCLOutMask;port[P_Out]:=St end;

procedure ResetSCL;
begin St:=St or SCLOutMask;port[P_Out]:=St end;

procedure PutSDA(B:boolean);
begin
 if B then St:=St and not SDAOutMask
      else St:=St or SDAOutMask;
 port[P_Out]:=St
end;

function GetSDA:boolean;
begin GetSDA:=(port[P_In] and SDAInMask)=0 end;

procedure InitBus;
begin
 St:=byte(not(SDAOutMask or SCLOutMask));
 port[P_Out]:=St
end;

procedure Wait;
begin asm NOP;NOP;NOP;NOP end end;

procedure Start;
begin
 SetSCL;Wait;PutSDA(false);Wait;ResetSCL;Wait
end;

procedure Stop;
begin
 PutSDA(false);Wait;SetSCL;Wait;PutSDA(true);Wait
end;

procedure PulseSCL;
begin Wait;SetSCL;Wait;ResetSCL end;

function GetBit:boolean;
begin Wait;SetSCL;Wait;GetBit:=GetSDA;ResetSCL end;

function SendByte(B:byte):boolean;
var M:byte;
begin
 M:=$80;
 repeat
  PutSDA((B and M)<>0);PulseSCL;M:=M shr 1;
 until M=0;
 PutSDA(true);SendByte:=not GetBit
end;

function GetByte:byte;
var B:byte;I:integer;
begin
 B:=0;
 for I:=0 to 7 do begin
  B:=B shl 1;if GetBit then B:=B or 1
 end;
 GetByte:=B;PutSDA(false);PulseSCL;PutSDA(true);
end;
begin
 if ParamCount=0 then begin
  WriteLn('Необходим параметр - имя WAV-файла');
  Halt
 end;
 OldTextAttr:=TextAttr;ClrScr;WriteLn;
 assign(Wav,Paramstr(1));reset(Wav);
 WriteLn('Файл ',FileRec(Wav).Name);
 fillchar(ChunkHeader,SizeOf(ChunkHeader),0);
 repeat
  move(AChunkHeader[1],AChunkHeader[0],
   SizeOf(AChunkHeader));
  Read(Wav,AChunkHeader[SizeOf(AChunkHeader)-1]);
  if ChunkHeader.Name='RIFF' then begin
   for I:=1 to 4 do Read(Wav,byte(ResType[I]));
   Write('Тип',#32:21);
   if ResType<>'WAVE' then TextAttr:=LightRed+Blink;
   WriteLn(ResType);TextAttr:=OldTextAttr;
  end;
  if ChunkHeader.Name='fmt'#32 then begin
   fillchar(WaveFormatEx,SizeOf(WaveFormatex),0);
   I:=0;
   repeat
    read(Wav,AWaveFormatEx[I]);inc(I);
   until EOF(Wav) or (I>=ChunkHeader.Size)
    or (I>=Sizeof(WaveFormatEx));
   with WaveFormatEx do begin
    Write('Формат',#32:18);
    if wFormatTag=1 then WriteLn('ИКМ')
    else begin
      TextAttr:=LightRed+Blink;
      WriteLn(wFormatTag);TextAttr:=OldTextAttr;
     end;
    WriteLn('Каналов',#32:17,nChannels);
    WriteLn('Частота квантования',#32:5,
     nSamplesPerSec,' Гц');
    WriteLn('Разрядность',#32:13,wBitsPerSample)
   end
  end;
  if ChunkHeader.Name='data' then begin
   dec(ChunkHeader.Size,8);DataFound:=true;
   WriteLn('Всего отсчетов',#32:10,
    ChunkHeader.Size div WaveFormatEx.nBlockAlign);
   WriteLn('Длительность звучания',#32:3,
    ChunkHeader.Size/
    WaveFormatEx.nAvgBytesPerSec:-10:3,' c')
  end;
 until DataFound or EOF(Wav);
 if EOF(Wav) then begin Close(Wav);halt end;
 DataStart:=FilePos(Wav);
 WriteLn('Объем РПЗУ',#32:14,(ROMTop+1)/
  WaveFormatEx.nAvgBytesPerSec:-10:3,' c');
 WriteLn('Записать в РПЗУ (Y/N)? ');
 if not (ReadKey in ['Y','y','Д','д']) then begin
  WriteLn('Нет');Close(Wav);halt
 end;
 TextAttr:=16*Blue+Yellow;Write(#32:64,#13);
 InitBus;for I:=1 to 9 do PulseSCL;SetSCL;
 for I:=0 to ROMTop do begin
  if (I mod ROMBlockSize)=0 then begin
   Stop;Delay(100);Start;
   SendByte($A0);SendByte(Hi(I));SendByte(Lo(I))
  end;
  if I<ChunkHeader.Size then Read(Wav,B) else B:=$80;
  SendByte(B);
  if (I mod ProgressStep)=(ProgressStep-1)
  then Write(#176)
 end;
 Write(#13);TextAttr:=OldTextAttr;
 ErrCount:=0;NoErr:=true;Seek(WAV,DataStart);
 Stop;Delay(100);Start;SendByte($A0);
 SendByte(0);SendByte(0);Start;SendByte($A1);
 for I:=0 to ROMTop do begin
  if I<ChunkHeader.Size then Read(WAV,B) else B:=$80;
  if B<>GetByte then begin
   TextAttr:=16*Red;
   inc(ErrCount);
  end;
  if (I mod ProgressStep)=(ProgressStep-1) then begin
   Write(#32);TextAttr:=16*Blue
  end
 end;
 Close(Wav);TextAttr:=OldTextAttr;
 WriteLn;WriteLn('Ошибок',#32:18,ErrCount);
 Write('Нажмите ENTER');ReadLn;
end.
```

ми между программами. Аббревиатуру RIFF можно прочитать в самых первых байтах файла, просматривая его как текст. Через четыре байта после нее находится слово WAVE. Именно эти символы, а не расширение имени файла, служат для безошибочного определения его формата. Подобный прием для фирмы Microsoft обычен. Вспомним, что командные процессоры созданных ею операционных систем фактически распознают исполняемые файлы не по расширению .exe, а по аббревиатуре MZ в первых двух байтах.

Структура WAV-файла представлена в **табл. 2**. Он состоит из разделов, каждый из которых начинается с заголовка — четырехсимвольного идентификатора и 32-разрядного числа, равного длине данного раздела в байтах за вычетом восьми, занятых заголовком. Байты этого и всех других чисел следуют в обычном для IBM-совместимых компьютеров порядке: первым — младший, последним — старший. Возможные исключения из этого правила обязательно оговариваются.

чем алгоритмы кодирования и декодирования далеко не всегда опубликованы. "Изобретателям" новых форматов рекомендуется до официальной регистрации записывать в поле признака формата значение 0FFFFH.

Для непосредственной подачи на ЦАП пригодна только PCM. Преобразования, необходимые при записи/воспроизведении данных других форматов, обычно выполняют программно (если позволяет производительность процессора) или аппаратно. Для кодирования и декодирования данных наиболее распространенных форматов выпускаются специализированные микросхемы. Все дальнейшие сведения, приводимые в настоящей статье, относятся только к PCM.

Число каналов записи особых пояснений не требует. Одновременные отсчеты сигналов каждого канала (если их более одного) записаны в разделе **data** последовательно в порядке номеров каналов. Например, при стереозаписи вначале следует первый отсчет левого канала, затем — первый отсчет правого канала, второй отсчет левого канала, второй отсчет правого канала и т. д. Преобразовать такую запись в монофоническую несложно. Достаточно взять отсчеты через один (только левого или только правого канала) либо, арифметически сложив значения каждой пары, получить таким образом отсчеты суммарного сигнала. Необходимо учесть, что для многоканальных систем порядок следования отсчетов сигналов различных каналов в большинстве случаев не стандартизован.

Таблица 2

Байты	Содержание	Значение
0–3	Строка 'RIFF'	Идентификатор формата файла
4–7	32-разрядное число	Длина файла-8, байт
8–11	Строка 'WAVE'	Идентификатор типа ресурса
12–15	Строка 'fmt_'	Идентификатор раздела формата данных
16–19	32-разрядное число	Длина раздела-8, байт
20, 21	16-разрядное число	Признак формата записи
22, 23	16-разрядное число	Число каналов (1 – моно, 2 – стерео и т. д.)
24–27	32-разрядное число	Частота квантования, Гц
28–31	32-разрядное число	Средняя скорость потока данных, байт/с
32, 33	16-разрядное число	Размер блока данных, байт
34, 35	16-разрядное число	Разрядность данных (8 или 16 бит)
36–(n–1)		Другие разделы (не обязательные)
n–(n+3)	Строка 'data'	Идентификатор раздела данных
(n+4)–(n+7)	32-разрядное число	Длина раздела-8, байт
(n+8)–...		Звуковые данные

Собственно аудиоданные находятся в разделе **data**, однако ему предшествуют один или несколько разделов, в которых приведены значения параметров, необходимых для правильного воспроизведения; адреса контрольных точек, делящих данные на фрагменты; порядок воспроизведения фрагментов, число повторений каждого из них, символьные строки — названия записи в целом и ее фрагментов, а также комментарии. Из всех вспомогательных разделов обязателен только **fmt_** (последний символ — пробел).

Признак формата записи — первое из полей раздела **fmt_** — определяет стратегию всех дальнейших действий. Если он равен 1, коды в разделе **data** представляют собой простую последовательность отсчетов мгновенных значений сигнала. В технике связи ее называют PCM (Pulse Code Modulation — импульсно-кодовая модуляция, ИКМ). Другие значения признака зарезервированы за различными форматами, зарегистрированными фирмой Microsoft и разрешенными ею для применения в WAV-файлах. Например, 2 обозначает ADPCM (адаптивная дифференциальная ИКМ), 50Н — MPEG. Все они предусматривают сжатие аудиоданных, при

Частота $F_{КВ}$ (число выборок в секунду) — важнейший параметр. Чем она выше, тем большей может быть максимальная частота компонентов спектра записываемого сигнала, но тем длиннее получится файл. В этом поле большинства WAV-файлов вы найдете значения 11025, 22050 или 44100 Гц. Именно на них рассчитаны воспроизводящие устройства почти всех звуковых карт. Если в приборе, для которого предназначено ПЗУ, частота другая, первое, что необходимо сделать, — выяснить, нельзя ли добиться нужного значения, например, заменив кварцевый резонатор. Пропорционально частоте $F_{КВ}$ следует изменить и частоту среза ФНЧ на выходе ЦАП (она не должна быть выше половины $F_{КВ}$). Если этого сделать не удается, придется прибегнуть к довольно сложной процедуре изменения частоты $F_{КВ}$ сигнала, представленного в цифровой форме. При этом следует помнить, что любое такое преобразование вносит в сигнал искажения, как правило, необратимые и трудно поддающиеся коррекции.

Средняя скорость потока данных служит лишь для оценки длительности записанного в файле звукового фрагмента и равна произведению значений предыдущего ($F_{КВ}$) и следующего (размер блока) полей раздела.

Размер блока данных — число байт, которое необходимо обработать, чтобы получить значения одной выборки сигнала во всех каналах (для восьмиразрядной одноканальной записи — 1, для 16-разрядной стерео — 4).

Разрядность данных — число бит, отведенное одному отсчету сигнала одного канала. Значения, не равные 8 (один байт) или 16 (два байта), встречаются здесь только для форматов, отличающихся от PCM.

За нулевой уровень при восьмиразрядном кодировании принято шестнадцатиричное число 80Н. Максимальному положительному уровню (127) соответствует код 0FFH, минимальному отрицательному (–128) — 00Н. Такие коды (их называют прямыми со смещением) пригодны для непосредственной подачи на восьмиразрядный ЦАП, на выходе которого постоянную составляющую сигнала нетрудно скомпенсировать или устранить с помощью разделительного конденсатора. Однако арифметические действия с представленными подобным образом числами дают неверные результаты (сложив два отрицательных значения, можно получить положительную сумму). Это необходимо учитывать, например, формируя монофонический сигнал из стереофонического. С особой осторожностью следует подходить к коду 7FH. Иногда вместо обычной "минус единицы" его трактуют как "минус ноль". Соответственно, вся шкала отрицательных значений оказывается смещенной на одну ступень.

Шестнадцатиразрядные отсчеты принято представлять иначе. Здесь нулевое значение — 0Н, максимальное положительное (32767) — 7FFFH, а минимальное отрицательное (–32768) — 8000Н. Код 0FFFFH соответствует –1. Этот способ представления чисел со знаком называют дополнительным кодированием. Именно к нему приспособлены арифметические устройства абсолютно всех микропроцессоров.

Переход от одного способа кодирования к другому очень прост. Достаточно инвертировать значение старшего (восьмого или 16-го) двоичного разряда и удалить лишний либо добавить недостающий младший байт. Например:

```
0000 -> 8000 -> 80
FFFF ->7FFF -> 7F
FF -> 7F -> 7FXX
01 -> 81 -> 81XX
```

Все числа в этом примере — шестнадцатиричные. Добавляемый младший байт XX может быть любым, но одинаковым во всем преобразуемом массиве. Обычно рекомендуют пользоваться значением 80Н.

(Окончание следует)

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

"NINTENDO-64" И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Микросхемы видео-ЦАП U4 VDC-NUS-A (в корпусе SOP-24) и кодера U5 ENC-NUS (в корпусе SOP-14) преобразуют цифровые видеоданные в сигналы RGB и далее — в NTSC. Схема включения кодера показана на **рис. 5.** На вилку P7 "MULTI OUT", кроме полного цветового телевизионного сигнала V, поступают отдельно сигналы яркости (Y-OUT) и цветности (C-OUT), предназначенные для телевизоров, снабженных входом S-VIDEO. Диоды сборок DA5—DA8 защищают выходные цепи от перенапряжений. Сигнал V на нагрузке 75 Ом имеет размах 1...1,5 В, достаточный для его непосредственной подачи на телевизор или цветной монитор. Смесь кадровых (60 Гц) и строчных (15,6 кГц) синхроимпульсов SYNC можно наблюдать на контактах 46 разъемов P5 и P6. Сигнал H — импульсы длительностью 2 мкс, следующие с частотой строк и совпадающие по времени со "вспышками" цветовой поднесущей в видеосигнале.

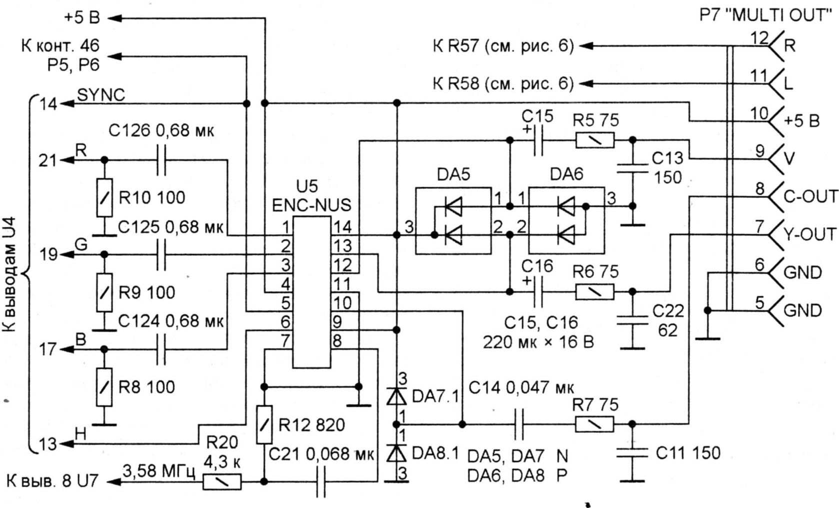


Рис. 5

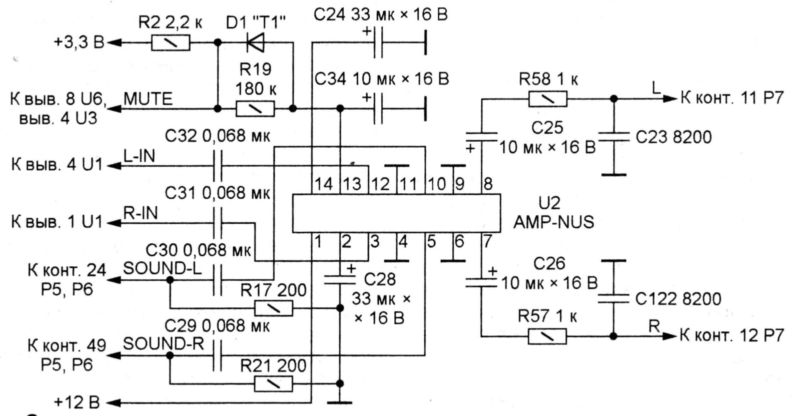


Рис. 6

В качестве аудио-ЦАП в "Nintendo-64" использована микросхема BU9480F фирмы Rohm Co. Ltd. (в корпусе SOP-8). По принципу действия он 16-разрядный, двухканальный, последовательного типа, со встроенным цифровым фильтром и двукратным интерполятором. Основные параметры: напряжение питания — 3...5,5 В, ток потребления — 3,6...6 мА, коэффициент нелинейных искажений — 0,05...0,12 %, отношение сигнал/шум — более 86 дБ, переходное затухание между каналами — более 95 дБ, минимальное сопротивление нагрузки — 10 кОм.

Схема выходных цепей канала звука приведена на **рис. 6.** Усилитель U2 AMP-NUS (в корпусе SOP-14) имеет коэффициент усиления по напряжению около 5. Для расширения динамического диапазона микросхему U2 питают напряжением 12 В. В других узлах приставки это напряжение не используется. Сигнал MUTE, поступающий по цепи R2R19D1C34, блокирует канал звука при снижении напряжения питания приставки, в том числе примерно на 2 с после ее включения. Это устраняет посторонние звуки, возникающие в результате переходных процессов в цифровых узлах.

Микросхема U2 снабжена дополнительными входами (выводы 5 и 10), которые соединены с контактами 24 и 49 розеток P5, P6. В результате ИВП может воспроизводить звуковые сигналы, генерируемые картриджем или любым другим устройством, подключаемым к этим розеткам. Сюда же во время ремонта можно подавать сигналы от звукового генератора.

Амплитуда напряжения на выходах левого (L) и правого (R) стереоканалов находится в пределах 0,25...2,5 В. Если телевизор, совместно с которым работает "Nintendo-64", не имеет стереоканала звука, его монофонический вход подключают к соединенным вместе контактам 11 и 12 вилки P7. Воспроизвести полноценный стереозвук в этом случае можно с помощью отдельного стереофонического УМЗЧ или головных телефонов, подключив их непосредственно к указанным контактам.

Узел синхронизации, схема которого показана на **рис. 7**, состоит из двух генераторов-синтезаторов частот U7 и U15 MX8330MC (в корпусе SOP-8) с соответствующими кварцевыми резонаторами. Сигнал частотой 94 МГц (32/5 частоты кварцевого резонатора X2) — тактовый для процессора. Сигнал частотой 3,58 МГц (1/4 частоты кварцевого резонатора X1) служит цветовой поднесущей телевизионного сигнала NTSC.

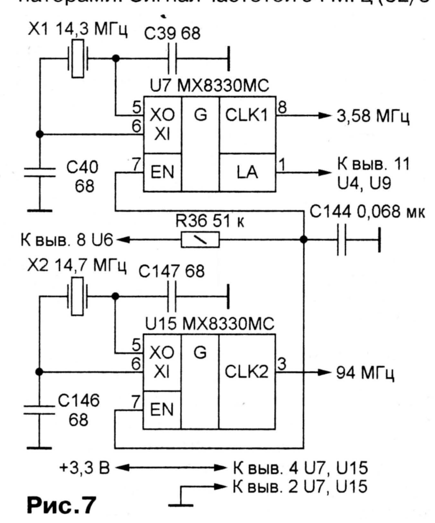


Рис.7

На **рис. 8** — схема узла питания, расположенного на процессорной плате "Nintendo-64". Выключателем SW1 включают и выключают приставку. Когда он замкнут, напряжения 12 и 3,3 В от выносного блока питания поступают в системный блок. Микросхема U13 BA178M05FP фирмы Rohm Co. Ltd. — интегральный стабилизатор напряжением 5 В с допустимым током 0,5 А (аналог — КФ1158ЕН5А). Микросхема U12 PQ7VZ5 фирмы Sharp — стабилизатор с регулируемым в пределах 1,5...7 В выходным напряжением. При указанных на схеме номиналах резисторов R26 и R27 оно равно 2,6 В. К линии этого напряжения (V_{term}) подключены "холодные" кон

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2001, № 3

E-mail: chip@paguo.ru тел. 207-89-00

цы согласующих резисторов цепей высокоскоростной передачи цифровых данных между процессорным ядром и памятью. С помощью резистивного делителя R25R35 получают необходимое для работы ОЗУ приставки напря-

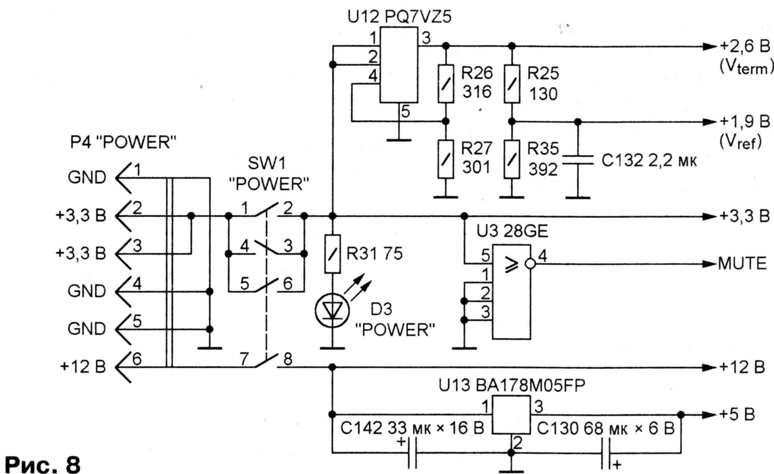


Рис. 8

жение 1,9 В (V_{ref}). Все цепи питания заблокированы многочисленными керамическими конденсаторами емкостью 0,068...2,2 мкФ. Только в цепи 3,3 В их около сотни (!).

Микросхема U3 28GE (в корпусе SOT-23/5) — детектор снижения питающего напряжения. В англоязычной литературе подобные микросхемы называют supervisor (наблюдатель). Низкий логический уровень сигнала на ее выводе 4 сигнализирует о том, что напряжение в цепи питания 3,3 В менее 2,9 В. Этот вывод соединен с цепями сброса процессора и блокировки канала звука. Таким образом обеспечивается автоматический перезапуск ИВП после кратковременных "провалов" питающего напряжения. В качестве микросхемы U3 можно использовать КР1171СП28, отличающуюся конструкцией корпуса.

КАРТРИДЖ

Фирма Nintendo называет сменные ПЗУ, хранящие игровые программы, GAME PAK или CASSETTE. Тем не менее будем придерживаться общепринятого для всех носителей игровых программ (кроме лазерных дисков), независимо от типа ИВП, термина "картридж", так как слово "кассета" у рядовых потребителей больше ассоциируется с магнитофоном или фотоаппаратом. Как уже отмечалось, именно конструкцией картриджа различаются японские и американские модели "Nintendo-64". Их принадлежность отражена в маркировке: NUS-006 (JPN) — японский картридж; NUS-006 (USA) — американский.

Картридж лучше всего покупать, приходя в магазин со своей ИВП и пробуя, входит ли предлагаемое вам изделие в предназначенное для него гнездо (розетку P5). Определить форму выемок на задней стороне корпуса картриджа другим способом без специальных навыков весьма сложно. Однако, если заднюю половину пластмассового корпуса картриджа удалить, его можно устанавливать в гнездо любой модели "Nintendo-64" и без проблем запускать игры! Разумеется, с точки зрения языкового барьера американские картриджи лучше, но и с японскими особых проблем не возникает, так как половина надписей, появляющихся на экране по ходу игры, обычно выполнена по-английски, а возгласы, подобные "Банзай!", понятны без перевода. При покупке рекомендуется на месте проверить работоспособность картриджа, так как иногда его цена — чуть ли не треть стоимости самой приставки.

Для питания картриджа требуется напряжение 3,3 В при токе потребления 10 мА. Размеры корпуса — 115×75×19 мм. Внутри находится экранированная печатная плата с несколькими микросхемами в корпусах DIP: специализированными масочными 28-выводными ПЗУ, например, NUS-NKIJ-0 фирмы Toshiba (TC536433P, TC533233P) и 16-выводным контроллером CIC-NUS-6102 фирмы Nintendo. В отличие от других приставок, картридж устанавливают в розетку системного блока таким образом, что сторона установки микросхем на печатной плате картриджа обращена в сторону, противоположную лицевой панели блока. Это следует учитывать, если придется пользоваться картриджем с поврежденным или отсутствующим корпусом.

Информационная емкость ПЗУ не превышает 128 Мбит, но данные хранятся сжатыми в восемь раз, поэтому реальный объем игровых программ достигает 1 Гбит (128 Мбайт). Для сравнения, самые емкие картриджи для "Sega Mega Drive-2" хранят в 30 раз меньше информации. Спор о том, права ли была фирма Nintendo, выбрав в качестве носителя информации ПЗУ, а не CD-ROM, исторически решился не в ее пользу. Например, хорошая игра для "Sony PlayStation" занимает два лазерных диска или 1,3 Гбайт. Для "Nintendo-64" такие объемы технологически недостижимы или фантастически дороги, к тому же смена картриджей во время игры (по аналогии со сменой дисков) категорически запрещена.

ЗАГЛУШКА РАСШИРИТЕЛЯ ПАМЯТИ

Небольшую печатную плату NUS-008 Jumper Pak, вставляемую в розетку P1 "MEMORY EXPANSION", иногда называют "расширителем памяти", что неверно. Это обычная заглушка, состоящая в основном из нагрузочных резисторов. Ее схема показана на **рис. 9**. Без заглушки "Nintendo-64" не испортится, но и работать не сможет, так как по цепи, соединяющей контакты 3 и 17 вилки CN1 на микросхемы внутреннего ОЗУ и центрального процессора системного блока, поступает тактовый сигнал. Даже если эти контакты соединить, отсутствие согласованных нагрузок на информационных линиях приведет к сбоям программы.

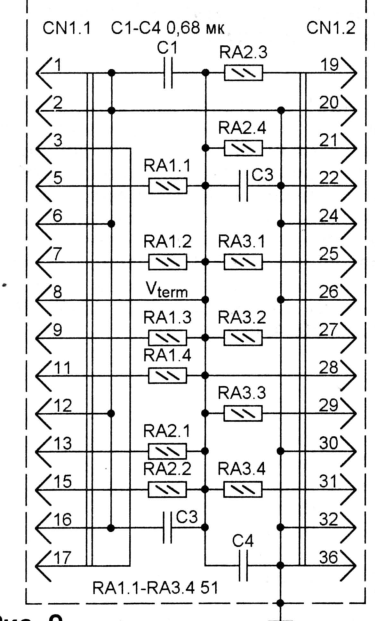


Рис. 9

Заглушку удаляют перед установкой в розетку P1 настоящего расширителя памяти, который, как уже сказано, в основной комплект приставки не входит. В случае поломки работоспособность заглушки нетрудно восстановить, заменяя вышедшие из строя резисторы SMD-сборок RA1–RA3 отдельными чип-резисторами или обычными ОМЛТ-0,125 номиналом 51 Ом, максимально укоротив выводы последних.

(Окончание следует)

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ЗНАКОСИНТЕЗИРУЮЩЕГО ЖКИ

М. БУРОВ, г. Кострома

Сегодня на российском рынке электронных компонентов можно приобрести различные жидкокристаллические индикаторы. В состав некоторых из них, кроме собственно индикатора, входит еще и контроллер, который берет на себя всю рутинную работу по его управлению. Такое совмещение делает ЖКИ весьма привлекательным для использования в различных электронных устройствах. В статье описана программа, позволяющая с помощью IBM совместимого компьютера управлять подобным ЖКИ.

ЖКИ с встроенным контроллером бывают знакосинтезирующими и графическими. Знакосинтезирующие могут индицировать только знаки (обычно это буквы, цифры и некоторые специальные символы), "зашитые" в их знакогенераторе, и иначе называются матричными ЖКИ. В зависимости от числа символов в строке и строк они бывают форматов 16×1, 16×2, 20×1, 20×2, 20×4, 40×2 и др.

Предлагаемая программа работает со знакосинтезирующими ЖКИ на основе контроллеров, совместимых с контроллером HD44780 фирмы HITACHI, и может быть использована для изучения их работы. Отладка программы производилась с индикатором DV-16236NRT/R фирмы DATA VISION.

Программа работает на компьютере IBM PC в среде MS-DOS. ЖКИ подключают к LPT порту компьютера по схеме, приведенной на **рисунке**. Для питания индикатора необходим источник напряжением 5 В.

После запуска программы появится меню (**табл. 1**). Каждый пункт меню — это команда ЖКИ. Справа от каждой команды выводится ее код в шестнадцатиричном формате.

Таблица 1

Control program to character LCD module

Command:	Data:
Clear display	01h
Home cursor	02h
Entry mode set: dec. DD RAM address	04h
>On/off control: display on, cursor on, blink off	0Eh
Cursor/shift: move cursor right	14h
Function set: font 5x8 dots, 1 line	20h
Character RAM address set	40h+
Display RAM address set	80h+
Write Data to CG or DD RAM	

Таблица 2

```
{---------------------------------------------
 Процедура записи в ЖКИ модуль команды/данных.
 Параметры:
 a - Записываемый байт
 m : Com  - команда
     Data - данные
----------------------------------------------}
Procedure Write_Lcd(a: byte; m: mode);
Const
  Rs_Set = $08; {RS=1}
  Rs_Res = $F7; {RS=0}
  E_Set =  $04; {E=1}
  E_Res =  $FB; {E=0}
  del = 2;    {Задержка в десятках миллисекунд}
Var
  h,min,s,ms : Word;
  TimeN,Time : Real;
Begin
  {------------ Задержка -----------------}
  { Необходима, чтобы ЖКИ успел отработать }
  { предыдущую команду                     }
  GetTime(h,min,s,ms);
  TimeN:=((60*h+min)*60+s)*100+ms;
  repeat
    GetTime(h,min,s,ms);
    Time:=((60*h+min)*60+s)*100+ms-TimeN;
  until Time >= del;
  {-------------------------------------}
  If m=Com then begin                                  {Команда (RS=0)}
    Port[Lpt1]:=a and $F0 and Rs_Res;                  {Старшая тетрада}
    Port[Lpt1]:=a and $F0 and Rs_Res or E_Set;         {Импульс E}
    Port[Lpt1]:=a and $F0 and Rs_Res and E_Res;
    Port[Lpt1]:=(a shl 4) and $F0 and Rs_Res;          {Младшая тетрада}
    Port[Lpt1]:=(a shl 4) and $F0 and Rs_Res or E_Set;  {Импульс E}
    Port[Lpt1]:=(a shl 4) and $F0 and Rs_Res and E_Res;
  end
  else begin                                           {Данные (RS=1)}
    Port[Lpt1]:=a and $F0 or Rs_Set;                   {Старшая тетрада}
    Port[Lpt1]:=a and $F0 or Rs_Set or E_Set;          {Импульс E}
    Port[Lpt1]:=a and $F0 or Rs_Set and E_Res;
    Port[Lpt1]:=(a shl 4) and $F0 or Rs_Set;           {Младшая тетрада}
    Port[Lpt1]:=(a shl 4) and $F0 or Rs_Set or E_Set;  {Импульс E}
    Port[Lpt1]:=(a shl 4) and $F0 or Rs_Set and E_Res;
  end;
End;
```

Таблица 3

```
{---------------------------------------------------
 Процедура инициализации ЖКИ модуля.
 ЖКИ в режиме:
  4-разрядный интерфейс;
  две или более строк дисплея;
  формат матрицы 5x8;
  дисплей включен, курсор включен;
  режим ввода - декремент, дисплей не смещается
----------------------------------------------------}

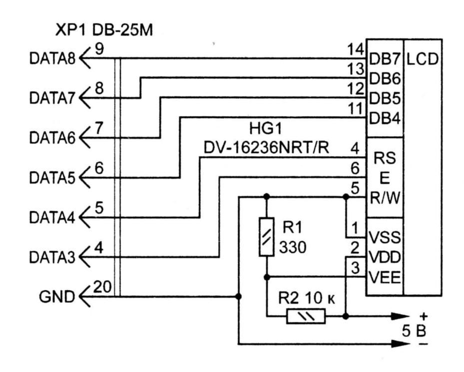
Procedure Init_Lcd;
Const
 Init_Code: array [1..8] of byte =
  ($30,$30,$30,
   $20,  {Установка 4-рязрядного интерфейса}
   $28,  {Установка матрицы 5x8,2 или более строк}
   $08,  {Выключить дисплей,курсор и мерцание}
   $0E,  {Включить дисплей и курсор}
   $04); {Установить режим декремента адреса DD RAM}
Var i: byte;
Begin
  For i:=1 to 8 do begin
    Write_Lcd(Init_Code[i],Com);
  end;
End;
```

Описание команд:

Clear display — очистить дисплей.

Home cursor — вернуть курсор в начало строки.

Entry mode set — установить режим ввода (инкремент/декремент



адреса DD RAM — видеопамяти или сдвиг дисплея вправо/влево при записи кода символа в DD RAM).

On/off control — включить/выключить дисплей, курсор или мерцание.

Cursor/shift — сместить курсор или дисплей.

Function set — установить функцию (число строк, формат матрицы).

Character RAM address set — установить адрес CG RAM (CG RAM — оперативная память, в которой находится знакогенератор, определяющий символы с кодами 00h—07h. CG RAM имеет размер 64 байта. Каждый символ с форматом матрицы 5×8 точек описывается блоком 8×8 бит. Три старших бита в каждом байте не используются. Описание символа с кодом 00h занимает в CG RAM адреса с 00h по 07h, с кодом 01h — с 08h по 0Fh и т. д.). После этой команды данные записываются в CG RAM.

Display RAM address set — установить адрес DD RAM. (При записи кода символа в DD RAM этот символ выводится на дисплей в позиции, соответствующей установленному адресу DD RAM. Первая строка дисплея начинается с адреса 00h, вторая — 40h. Конечный адрес определяется числом символов в строке). После этой команды данные записываются в DD RAM.

Write data to CG or DD RAM — записать данные в CG RAM или DD RAM.

Команду выбирают клавишами управления курсором ("вверх", "вниз", "вправо", "влево"). Кроме того, в двух предпоследних командах необходимо ввести шестнадцатиричное значение адреса, а в последней — данных. Адрес CG RAM лежит в интервале от 00h до 3Fh, адрес DD RAM — от 00h до 7Fh, данные — это число от 00h до FFh. Запись команды в ЖКИ осуществляется нажатием на клавишу "Ввод" (Enter) , при этом подается звуковой сигнал.

Программа написана на языке Turbo Pascal и управляет ЖКИ с помощью процедуры, текст которой приведен в **табл. 2**. Эта процедура передает байт a индикатору. Параметр m определяет, является ли a командой или данными, и в зависимости от этого сигнал RS принимает значение лог. 0 (команда) или лог. 1 (данные). Все команды в меню, кроме последней, выполняются при низком уровне RS (последняя команда — записи данных, поэтому RS — высокий). В рассматриваемом случае индикатор инициализирован для работы в режиме четырехразрядного интерфейса. Поэтому сначала на шину данных выводится старшая тетрада (четыре бита) байта a, а затем младшая. Каждая посылка стробирована единичным импульсом на выводе E.

Перед тем как работать с ЖКИ, его необходимо инициализировать. Текст процедуры инициализации приведен в **табл. 3**.

Все процедуры работы с индикатором включены в программный модуль test_lcd.tpu. Исходный текст этого модуля находится в файле test_lcd.pas. Эти файлы также можно найти на ftp-сервере журнала по адресу: ftp://212.188.30.179/pub/2001/04/lcd. ■

E-mail: comp@paguo.ru
тел. 207-89-00

ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В ряде случаев в любительской практике возникает необходимость линеаризовать показания цифрового измерителя, датчик которого имеет незначительную нелинейность зависимости выходного напряжения от измеряемого параметра. Автор предлагает несложный способ решения этой задачи в устройствах, в которых применены популярные АЦП КР572ПВ2 или КР572ПВ5.

При разработке цифрового измерительного прибора, когда выходным параметром датчика является напряжение, нелинейно зависящее от измеряемого параметра, нельзя воспользоваться приемами, описанными в [1—3]. Потребность линеаризации обычно появляется, например, при изготовлении термометра с термопарой, поскольку генерируемое ею напряжение зависит от температуры нелинейно. Сходная проблема может возникнуть и при разработке других цифровых измерительных приборов. Применение же различных нелинейных преобразователей на диодах или иных полупроводниковых приборах подчас не может дать желаемой точности из-за трудности их расчета, температурной нестабильности и плохой повторяемости.

Другое дело, если применить АЦП, вычисляющий отношение двух поданных на него напряжений. Тогда эту задачу решить будет нетрудно. На **рис. 1**

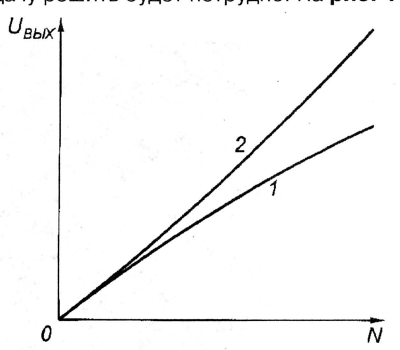


Рис. 1

показаны два варианта зависимости напряжения датчика от величины измеряемого параметра N. Если при зависимости, описываемой кривой 1, на вывод АЦП для подключения образцового напряжения $U_{обр}$ подавать разность стабильного эталонного напряжения $U_{эт}$ и части входного $kU_{вх}$ (**рис. 2**), где $k = R2/(R1+R2)$, то с увеличением параметра значение $U_{обр}$ уменьшается и при больших значениях измеряемого параметра показания АЦП станут выше, чем при отсутствии линеаризации.

Аналогично при зависимости, описываемой кривой 2, на вход $U_{обр}$ следует подавать сумму эталонного напряжения и части входного. Тогда с увеличением параметра образцовое напряжение $U_{обр}$ также возрастает и показания АЦП при больших значениях входного напряжения станут ниже, чем при отсутствии линеаризации.

В этих случаях показания N АЦП будут выражаться, как сказано в [4], формулой $N=1000U_{вх}/U_{обр}=1000U_{вх}/(U_{эт}\pm kU_{вх})$, где знак в знаменателе определяется тем, суммируются или вычитаются соответствующие напряжения.

Для линеаризации показаний конкретного датчика необходимо выбрать две точки сопряжения на соответству-

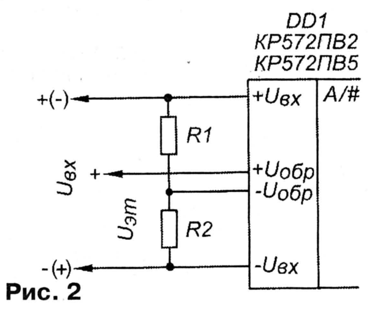


Рис. 2

ющей кривой рис. 1, в которых показания АЦП будут точно соответствовать измеряемому параметру. Третья точка — это нуль, поскольку при входном напряжении АЦП, равном нулю, показания АЦП также равны нулю.

Пусть датчик генерирует напряжение U_1 при величине измеряемого параметра n_1, U_2 — при величине параметра n_2 и $U_2>U_1$. Зададимся такими же показаниями АЦП при указанных значениях параметра — n_1 и n_2.

Составим систему из двух уравнений с двумя неизвестными k и $U_{эт}$:

$n_1 = 1000U_1/(U_{эт}+ kU_1)$;

$n_2 = 1000U_2/(U_{эт}+ kU_2)$.

Система решается несложно:

$k = 1000(U_2/n_2- U_1/n_1)/(U_2- U_1)$;

$U_{ЭТ} = U_2(1000/n_2- k)$.

В качестве примера рассмотрим линеаризацию показаний для термометра с термопарой хромель-копель, генерирующей напряжение U_1 = 14,57 мВ при температуре 200 °С и U_2 = 31,48 мВ при 400 °С. Точками сопряжения выберем 200 °С и 400 °С:

k=1000(31,48/400–14,57/200)/(31,48–14,57)=0,345949;

$U_{ЭТ}$ = 31,48(1000/400–0,345949)= =67,80952 мВ.

Знак величины k — положительный, поэтому в схеме рис. 2 для обеспечения суммирования эталонного и части входного напряжений полярность подачи сигнала от датчика следует сменить на противоположную, подключение показано на рис. 2 в скобках.

На **рис. 3** приведены зависимости расчетной ошибки показаний термометра от температуры с линеаризацией и без нее (кривые 1 и 2 соответственно). Видно, что линеаризация привела к уменьшению ошибки примерно в семь раз. Еще немного можно уменьшить ошибку, если в качестве первой точки сопряжения выбрать температуру несколько менее 200 °С.

Аналогичный расчет был проделан для той же термопары в диапазоне температур 0...800 °С и 0...200 °С. Для диапазона 0...800 °С максимальная ошибка измерителя с линеаризацией составила примерно 10 °С и при ее отсутствии 25 °С (эффективность линеаризации невелика). В более узком интерва-

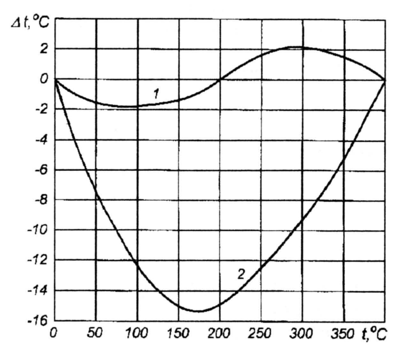


Рис. 3

ле температур — 0...200 °С — линеаризация весьма эффективна: погрешность около 0,3 °С (без линеаризации — 5,3 °С).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алешин П.** Линеаризация терморезисторного моста. — Радио, 1997, № 11, с. 58, 59.

2. **Ратновский В.** Приставка для измерения температуры цифровым мультиметром. — Радио, 1999, № 3, с. 31.

3. **Алешин П.** Линеаризация термометра с металлическим датчиком. — Радио, 2001, № 1, с. 26.

4. **Бирюков С.** Применение АЦП КР572ПВ5. — Радио, 1998, № 8, с. 62—65.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТЕРМОРЕГУЛЯТОР ДЛЯ ОВОЩЕВОДА-ЛЮБИТЕЛЯ

Ш. ГИЗАТУЛЛИН, г. Томск

Терморегулятор предназначен для прогревания семян и автоматического поддержания ночных и дневных температур при выращивании рассады овощных культур на подоконнике, застекленном балконе или в необогреваемой теплице.

Многие болезни овощных культур передаются через семена, и их перед посадкой в грунт необходимо обеззаразить прогреванием. С другой стороны, выращивание рассады в условиях пониженной освещенности требует соблюдения определенного температурного режима. Обе эти функции выполняет предлагаемый вниманию читателей терморегулятор. Он поддерживает заданные значения ночной и дневной температур в диапазоне от 0 до +25 °С при подключении нагрузок (вентилятора, тепловентилятора, кипятильника) мощностью до 1 кВт. В режиме прогревания семян обеспечивается температура до +62 °С.

Работает терморегулятор следующим образом. Ночью, при низкой освещенности, сопротивление фоторезистора R2 (см. **рисунок**) достаточно высоко и напряжение на движке подстроечного резистора R3 не в состоянии открыть транзисторы VT1, VT2. В результате обмотка реле K1 оказывается обесточенной и его контакты K1.1 (1, 3) замкнуты. При перемещении движка регулировочного резистора R10 ("Ночь") в нижнее (по схеме) положение происходит разбалансировка моста, образованного резисторами R6—R11, и напряжение в точках А и С становится положительным относительно точки В. Напряжение на выходе компаратора DA1 близко к напряжению питания. Реле K2 в этом случае обесточено, его контакты K2.1 (2, 3) разомкнуты и цепь запуска симистора VS1 разорвана. Напряжение же на выходе компаратора DA2 близко к нулю. В результате срабатывает реле K3 и его контакты K3.1 (2, 3) замыкают цепь запуска симистора VS2, включается вентилятор "Охлаждение" и холодный ночной воздух поступает в замкнутый объем теплицы с расположенным в ней терморезистором R11.

По мере охлаждения помещения сопротивление терморезистора увеличивается, мост балансируется и вентилятор отключается. При понижении температуры ниже заданного регулировочным резистором R10 значения напряжение в точке В оказывается выше, чем в точке А. Напряжение на выходе компаратора DA1 становится равным нулю, и срабатывает реле K2. Его контакты K2.1 (2, 3) замыкают цепь запуска симистора VS1. Включается канал "Нагрев", и теплый воздух из комнаты нагнетается в обогреваемый объем.

С восходом солнца освещенность увеличивается, сопротивление фоторезистора R2 уменьшается, ток через подстроечный резистор R3 растет и напряжение на его движке становится достаточным для открывания транзисторов VT1, VT2. При их открывании срабатывает реле K1 и его контакты K1.1 (2, 3) подключают к мосту R6—R11 регулировочный резистор R13 ("День"). Напряжение в точке В становится положительным относительно напряжения в точках А и С. При этом включается симистор, управляющий каналом "Нагрев".

После восхода солнца температура внутри застекленного балкона или закрытой теплицы быстро превысит наружную и канал "Нагрев" отключится. Однако температура на балконе и в теплице вследствие увеличения солнечной радиации продолжает расти, а напряжение на терморезисторе R11 в точке В — падать. Напряжение между точками А и С всего 40 мВ, и температура терморезистора должна возрасти приблизительно на 0,3 °С для того, чтобы напряжение в точке С превысило напряжение в точке В и включился бы канал "Охлаждение". Зона нечувствительности терморезистора в пределах 0,3 °С необходима для предотвращения автоколебательных процессов в системе автоматического регулирования.

В режиме "Прогрев" к подстроечному резистору R12 подключается подстроечный резистор R14, которым выставляется максимальная температура термостатирования, равная 62 °С. Резисторы R16—R19 предназначены для подогрева воздуха с целью понижения его относительной влажности. Они размещаются равномерно внутри корпуса устройства в нижней его части.

Питается терморегулятор от однополупериодного выпрямителя с гасящим конденсатором.

В устройстве применены постоянные резисторы С5-42В-2 (R20), КИМ-0,125 (R15) и МЛТ (остальные), переменные резисторы — СП-1А (R10, R13), подстроечные — СП3-19а, терморезистор R11 — ММТ-1, фоторезистор — СФ2-1. Конденсаторы К50-16 (С1) и К73-17 (С2). Реле K1—K3 — герконовые РЭС55А с сопротивлением обмотки 1880 Ом. Вместо симисторов КУ208Г можно использовать КУ602Г. При коммутации приборов мощностью выше 1 кВт необходимы более сильноточные приборы с соответствующими теплоотводами. Транзисторы КТ3102 могут иметь любой буквенный индекс.

Основные детали терморегулятора смонтированы на односторонней печатной плате, размещенной в металлическом корпусе. На фронтальной его стороне установлены гнезда для подключения сетевого напряжения и вентиляторов, а также коммутационные элементы, светодиодные индикаторы, регулировочные резисторы R10, R13, снабженные проградуированными в градусах шкалами, гнездо заземления ("под винт") и отверстия для доступа к подстроечным резисторам R3, R9, R12, R14. На боковой поверхности корпуса просверлено отверстие диаметром 10 мм, заклеенное прозрачной липкой лентой, напротив которого внутри корпуса установлен фоторезистор R2. Для защиты от внешних механических воздействий терморезистор R11 помещен в цилиндрическую проволочную "клетку" и соединен с устройством экранированным проводом длиной 2 м.

При сборке устройства желательно подобрать резисторы СП-1А так, чтобы их максимальные сопротивления были

E-mail: dom@paguo.ru тел. 208-83-05

близки к сопротивлению терморезистора ММТ-1, измеренному при +20 °С. В этом случае минимальное значение температуры на шкалах резисторов R10, R13 будет равно 0 °С, а максимальное — +25 °С. При градуировке их шкал датчик температуры и термометр (желательно с ценой деления 0,1°С) помещаются в заглушенную с одной стороны металлическую трубку, опущенную в кастрюлю объемом 2...3 л. Кастрюлю наполняют водой температурой 30 °С. Движки регулировочных резисторов R10, R13 устанавливают в крайнее верхнее (по схеме) положение (минимальное сопротивление), а движки подстроечных резисторов R9, R12 — в положение максимального сопротивления. Вращая движок резистора R3, добиваются максимальной яркости свечения светодиода HL1. При этом замыкаются контакты K1.1 (2, 3) реле K1, подключая к измерительному мосту регулировочный и подстроечный резисторы дневных температур R13, R12.

По мере остывания воды показания термометра периодически контролируют. Когда показание термометра будет равно +29 °С, движок подстроечного резистора R12 устанавливают в положение, при котором светодиод HL2 "Нагрев" загорается, и напротив ручки-указателя резистора R13 на шкале делают отметку "+29 °С". После этого затемняют "окно" фоторезистора R2, что приводит к замыканию контактов K1.1 (1, 3) реле K1, которые подключают к измерительному мосту регулировочный и подстроечный резисторы ночных температур R10, R9. Вращая движок подстроечного резистора R9, снова находят положение, при котором светодиод HL2 "Нагрев" загорается и напротив ручки-указателя резистора R10 на шкале делают отметку "+29 °С". Цена деления шкалы — 1 °С. Градуировку проводят до тех пор, пока температура воды в кастрюле не сравняется с комнатной.

Затем регулировочные резисторы устанавливают в крайнее нижнее (по схеме) положение. Кастрюлю заполняют снегом или битым льдом. При температуре 0 °С с помощью регулировочных резисторов R10, R13 на соответствующих шкалах делают отметки, при которых загорается светодиод HL2 "Нагрев" и обозначают их как "0 °С". Градуировку продолжают до момента, когда температура воды в кастрюле сравняется с комнатной.

Для градуировки шкалы "Прогрев", располагающейся над шкалой дневных температур, воду нагревают до +70 °С. Движок резистора дневных температур R13 ставят в крайнее верхнее (по схеме) положение, а выключатель SA1 — в положение "Прогрев". При понижении температуры воды до +62 °С подстроечный резистор R14 устанавливают в положение, при котором светодиод HL2 загорается. Напротив ручки-указателя резистора R13 на шкале делают отметку "+62 °С". Цена деления шкалы — 1 °С. Градуировку продолжают до тех пор, пока температура воды в кастрюле не сравняется с комнатной.

Температурный коэффициент сопротивления терморезистора при +60 °С в четыре раза меньше, чем при +20 °С. Соответственно уменьшаются и расстояния между метками на шкале "Прогрев", что затрудняет точную установку необходимой температуры термостатирования. Во избежание ошибок необходимо применять контрольный термометр.

При прогревании посадочного материала в большую кастрюлю наливают воду и погружают в нее кипятильник, подключенный к гнездам "Нагрев". На поверхность воды опускают миску с датчиком температуры и контрольным термометром, накрытыми теплоизоляционной тканью. Температуру термостатирования устанавливают регулировочным резистором R13 несколько меньше необходимой. Затем включают переключатель SA1 "Прогрев", и через некоторое время после установки температуры проверяют показания термометра. Если температура недостаточна, меняют положение регулировочного резистора R13 и снова проверяют показания термометра. Добившись необходимой температуры, прогреваемый материал помещают в миску и накрывают тканью.

При выращивании рассады на подоконнике следует обеспечить оптимальные дневные и ночные температуры при относительно стабильной температуре в помещении. С этой целью делают "карман", для чего над подоконником натягивают полосу плотной белой ткани шириной 55 см, которая одновременно служит светоотражающим экраном, увеличивающим освещенность растений. Для предотвращения тепломассообмена ткань должна плотно прилегать к внутренней поверхности стен.

Вентилятор канала "Нагрев" мощностью 15 Вт расположен над подоконником на высоте 80 см и нагнетает теплый воздух из помещения в "карман". Вентилятор канала "Охлаждение" мощностью 30 Вт расположен на внутренней дверце форточки и нагнетает холодный наружный воздух. Чтобы поток воздуха направлялся в "карман", к форточке прикрепляют занавеску из белой ткани несколько длиннее высоты дверцы. Нагружая нижний край занавески бельевыми прищепками, можно придать необходимое направление потоку воздуха. Датчик температуры располагают в таком месте, где нет прямого потока воздуха от вентиляторов.

При эксплуатации устройства в застекленном балконе или необогреваемой теплице к каналу "Нагрев" подключают тепловентилятор, а к каналу "Охлаждение" — работающий на вытяжку осевой вентилятор мощностью до 100 Вт и более.

После установки терморегулятора на постоянное место с восходом солнца с помощью резистора R3 добиваются характерного щелчка контактов реле K1, свидетельствующего о переключении устройства в режим термостатирования дневных температур.

***От редакции**. Устройство не имеет гальванической развязки от питающей сети, вследствие чего его эксплуатация недопустима без надежного заземления корпуса терморегулятора и вентиляторов. Всю настройку следует производить, подключив стабилитрон VD4 терморегулятора к лабораторному источнику питания напряжением 20 В через ограничительный резистор 160 Ом.*

Сигнализатор выполнен на микросхеме серии УМС (устройство музыкального синтезатора). Установленный в холодильник, он при каждом открывании дверцы исполняет начало одного из музыкальных фрагментов (2...3 с), причем всякий раз звучит новая мелодия (всего их восемь). Если же дверца холодильника будет открыта более 45 с, музыкальный фрагмент исполняется полностью и повторяется до тех пор, пока дверца не будет закрыта.

Принципиальная схема сигнализатора изображена на **рис. 1**. Но прежде чем перейти к ее описанию, остановимся коротко на особенностях работы микросхем серии УМС (в данном случае УМС8-08) [1—3].

При типовом включении этой микросхемы исполнение записанных в ПЗУ мелодий начинается при подаче на ее выв. 13 импульсов запуска. Звуковой сигнал снимается с выв. 1 и выв. 14. При длительности запускающего импульса 10...60 мс исполняется короткий фрагмент выбранной мелодии в течение 2...3 с. Если длительность импульса достигает 0,1 с и более, мелодия исполняется полностью и звучит в течение 10...12 с. Выбрать другую мелодию можно, подав напряжение высокого уровня на выв. 6 микросхемы в момент исполнения музыкального фрагмента. Важно отметить, что импульс выбора мелодии должен иметь небольшую временную задержку по отношению к импульсу запуска. Выключается сигнализатор при подаче напряжения высокого уровня на выв. 12 микросхемы.

Теперь рассмотрим принципиальную схему сигнализатора. Напряжение сети поступает на него через балластный конденсатор C1 и однополупериодный выпрямитель на диодах VD1 и VD2. Цепь из последовательно включенных в прямом направлении диодов VD3 — VD8 выполняет функции низковольтного стабилизатора напряжения. На его выходе формируются напряжения +3,5 и +1,8 В для питания микросхем DD1 и DD2. Микросхема DD2 включена по типовой схеме. Сигнал ЗЧ снимается с ее выв. 1 и через резистор R18 поступает на усилитель на транзисторе VT2. Напряжение питания +3,5 В поступает на усилитель через транзисторный ключ VT1. Усиленные транзистором VT2 электрические колебания преобразуются в звуковые с помощью пьезоизлучателя BA1, включенного параллельно этому транзистору. Микросхема DD1 и остальные элементы сигнализатора служат для управления музыкальным синтезатором DD2.

Принцип работы устройства поясняется временными диаграммами, приведенными на **рис. 2**. Включением сигнализатора управляет фотодиод VD9, установленный вблизи лампы внутреннего освещения холодильника. В исходном состоянии (при закрытой дверце холодильника) лампа не горит и сопротивление перехода фотодиода велико. В это время на входе и выходе триггера Шмитта, собранного на инверторах DD1.1 и DD1.2, присутствует уровень лог. 0 (диаграмма 1, 3), на выв. 10 элемента DD1.1 — уровень лог. 1 (диаграм-

МУЗЫКАЛЬНЫЙ СИГНАЛИЗАТОР ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

И. ПОТАЧИН, г. Фокино Брянской обл.

Многие современные отечественные и зарубежные холодильники снабжены звуковыми сигнализаторами, извещающими их владельцев о том, что дверца холодильника открыта более 30...60 с. Эти приборы издают обычно однотональные или многотональные звуковые сигналы. На страницах нашего журнала уже публиковалось описание самодельного варианта подобного сигнализатора для холодильников, в которых он отсутствует (см. статью В. Банникова "Сигнализатор "закрой холодильник" в "Радио", 1996, № 10, с. 42, 43).

Предлагаемое вниманию читателей устройство отличается от ранее описанного тем, что оно музыкальное.

ма 2), а на выв. 6, 13, 12 микросхемы DD2 — лог. 0. Само устройство находится в дежурном режиме.

При открывании дверцы холодильника свет от лампы внутреннего освещения падает на фотодиод VD9, сопротивление его перехода резко уменьшается и триггер Шмитта меняет логические состояния на противоположные. В результате цепь C4R8DD1.4 формирует запускающий импульс (диаграмма 5) длительностью $t_{зап.1} \approx 10$ мс, который через диод VD12 и делитель напряжения R12R13 поступает на выв. 13 микросхемы DD2 (диаграмма 9). В этот момент пьезоизлучатель воспроизводит короткий музыкальный фрагмент, поскольку при открытой дверце холодильника транзисторный ключ VT1 открыт низким уровнем напряжения на выв. 10 элемента DD1.1 и напряжение питания поступает на усилитель на транзисторе VT2. В течение короткого запускающего импульса конденсатор C9 не успеет зарядиться до порогового напряжения на выводе микросхемы DD2.

Одновременно с формированием запускающего импульса от напряжения низкого логического уровня, присутствующего на выв. 10 элемента DD1.1, через резистор R6 начнет заряжаться конденсатор C6. Если время, в течение которого открыта дверца холодильника, $t_{от}$ будет менее 45 с, то этот конденсатор не успеет зарядиться до уровня порогового напряжения переключения инвертора DD1.3.

При закрывании дверцы лампа внутреннего освещения холодильника погаснет, сопротивление перехода фотодиода VD9 возрастет и триггер Шмитта вернется в свое исходное логическое состояние. Напряжение высокого логического уровня на выв. 10 элемента DD1.1 закроет транзисторный ключ VT1, работа усилителя VT2 заблокируется и конденсатор C6 быстро разрядится через диод VD10 и резистор R7. Отрицательный перепад напряжения на выв. 8 элемента DD1.2 приведет к появлению запускающего импульса $t_{зап.2}$ (диаграмма 6), сформированного конденсатором C5, резистором R9 и инвертором DD1.5, длительностью 0,2 с. В результате не только начнется генерация мелодии в микросхеме DD2, но и с небольшой задержкой, определяемой временем зарядки конденсатора C9 через резистор R14, появится управляющее напряжение на ее выв. 6. Следовательно, произойдет выбор следующей записанной в ПЗУ микросхемы мелодии (диаграмма 10). Длительность импульса выбора мелодии $t_{выб.1}$ почти равна $t_{зап.2}$.

На время действия импульсов запуска и выбора мелодии резисторы R10, R11, диод VD14 и конденсатор C7 совместно с инвертором DD1.6 обеспечивают задержку подачи импульса сброса на вывод 12 микросхемы DD2. При положительном перепаде напряжения на выводе 12 элемента DD1.5 конденсатор C7 быстро заряжается через диод VD14 и резистор R11, а при отрицательном

Рис. 1

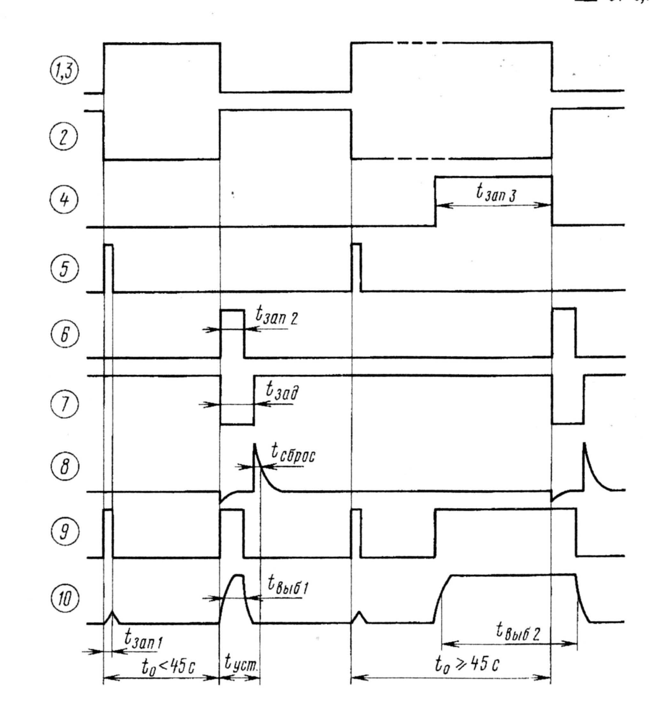


Рис. 2

разряжается через резистор R10. В итоге на выводе 6 элемента DD1.6 сформируется импульс низкого уровня длительностью $t_{зад}$ (диаграмма 7). В момент положительного перепада напряжения

Рис. 3

на выв. 6 элемента DD1.6 конденсатор C10 и резистор R16 сформируют на выводе 12 микросхемы DD2 импульс остановки воспроизведения длительностью $t_{сброс}$≈60 мс (диаграмма 8). Это приведет к остановке воспроизведения новой выбранной мелодии.

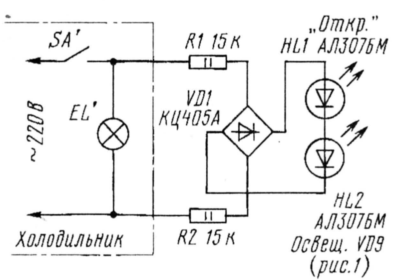


Рис. 4

Все описанные выше процессы выбора следующей мелодии происходят в течение времени $t_{уст}$≈ 0,4...0,5 с, и хотя микросхема DD2 на это время включается в режим проигрывания мелодии, пьезоизлучатель BA1 не будет ее воспроизводить, поскольку ключ VT1 остается закрытым и напряжение питания на усилитель VT2 не поступает.

Таким образом, при открывании дверцы холодильника будет звучать короткий фрагмент мелодии. Закрывание дверцы сопровождается выбором очередной мелодии, и при каждом последующем ее открывании будет слышен короткий фрагмент новой мелодии.

А теперь посмотрим, как будет работать сигнализатор, если дверца холодильника остается открытой в течение 45 и более секунд.

При открывании дверцы включится короткий музыкальный фрагмент и все устройство будет находиться в режиме ожидания до тех пор, пока конденсатор C6 не зарядится через резистор R6 до порогового напряжения переключения инвертора DD1.3. Примерно через 45 с на выводе 4 элемента DD1.3 появится напряжение высокого логического уровня (диаграмма 4), которое поступит на вывод 13 микросхемы DD2 и запустит синтезатор на проигрывание той мелодии, которая звучала в момент открывания дверцы. Но поскольку конденсатор C9 через резистор R14 быстро зарядится до порогового напряжения на выв. 6 микросхемы DD2 (диаграмма 10), синтезатор переключится на другую мелодию. Она будет непрерывно звучать до тех пор, пока на выводе 4 элемента DD1.3 (диаграмма 4) будет присутствовать напряжение высокого уровня ($t_{зап\ 3}$), т. е. пока дверца холодильника останется открытой. Когда она закроется, звучание мелодии прекратится из-за блокировки усилителя VT2 ключом VT1. Однако смены мелодии в этот момент не произойдет, и при следующем открывании дверцы холодильника будет проигран короткий фрагмент прежней мелодии. Впрочем, это не существенно, так как последующие открывания дверцы опять будут сопровождаться звучанием новых музыкальных фрагментов.

В устройстве можно применить любые инверторы серий К561, К564, КР1561. Вместо микросхемы серии УМС8-08 может работать другая с любым количеством записанных в ПЗУ мелодий, например, УМС7-08, УМС7-07, УМС7-02, УМС8-02. Транзистор VT1 — любой из серий КТ3107, КТ361; VT2 — также любой из серий КТ3102, КТ315. Фотодиод VD9 — практически любой, чувствительный к инфракрасному или видимому излучению, например, ФД256, ФД320. Важно только подобрать резистор R3, обеспечивающий четко формирование напряжения высокого и низкого уровней на его верхнем выводе при освещении и затемнении фотодиода. Пьезоизлучатель BA1— ЗП-2, ЗП-5, ЗП-25 и др. Диоды VD1— VD8 — КД105Б, КД105Г, КД109В, КД209Б, КД209В; VD10— VD14 — КД521, КД522 с любым буквенным индексом. Конденсатор C1 — К73-17 с рабочим напряжением не менее 400 В и емкостью 0,1...0,33 мкФ. Конденсатор C6 желательно отобрать с минимальным током утечки. Остальные элементы могут быть любыми из имеющихся в наличии у радиолюбителя.

Все детали сигнализатора, кроме фотодиода VD9 и пьезоизлучателя BA1, размещены на печатной плате из одностороннего стеклотекстолита (**рис. 3**). Пьезоизлучатель BA1 смонтирован вне платы на передней верхней панели холодильника. Но можно установить его и на плате (отверстия для этого предусмотрены). Все зависит от конкретной модели холодильника.

Фотодиод VD9 нужно разместить внутри холодильника так, чтобы на него падал свет от лампы внутреннего освещения. Но можно пойти по другому пути. Собрав простое устройство (**рис. 4**), подключить его параллельно лампе холодильника EL'. В этом случае при открывании дверцы холодильника и включении лампы его освещения будут зажигаться светодиоды HL1 и HL2. Один из них — HL1 — можно разместить на передней панели холодильника и использовать в качестве индикатора открывания дверцы, а второй — HL2 — установить напротив, в непосредственной близости от фотодиода VD9, защитив эту оптопару от внешней засветки.

Теперь при открывании дверцы холодильника загорится светодиод и одновременно включится сигнализатор. В качестве HL2 применим импортный светодиод с большой светоотдачей при токе около 5 мА или инфракрасный светодиод, если используется инфракрасный фотодиод VD9.

Налаживание устройства сводится к подбору резистора R3 под фотодиод VD9.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дриневский В., Сироткина Г.** Музыкальные синтезаторы серии УМС. Справочный листок. — Радио, 1998, № 10, с. 85, 86.

2. **Турчинский Д.** Вместо обычного будильника — музыкальный. — Радио, 1998, № 2, с. 48, 49.

3. На микросхемах серии УМС (Подборка статей). — Радио, 1995, № 12, с. 40, 41.

E-mail: dom@paguo.ru
тел. 208-83-05

КОДОВЫЙ ЗАМОК НА ИК ЛУЧАХ

В. АЛЕКСАНДРОВ, г. Петрозаводск

Описания охранных устройств с управлением на инфракрасных (ИК) лучах уже публиковались на страницах нашего журнала. Особенность предлагаемой конструкции — высокая секретность, обеспеченная программированием ключа и замка с помощью компьютера.

Разработанный автором кодовый замок обладает высокой секретностью (число кодовых комбинаций превышает два миллиарда!) и удобен в эксплуатации. Для записи кода не нужно паять перемычки или диоды, двигать переключатели. Все необходимое сделает персональный компьютер (ПК). Разработана специальная программа, с помощью которой пользователь имеет возможность по своему усмотрению изменять код в ключе. Смена кода в замке производится посредством ключа при переводе замка в режим записи кода.

Устройство собрано на доступных деталях отечественного производства. Исключение составляет лишь батарея питания. Ключ и замок полностью выполнены на КМОП микросхемах, которые в статическом режиме практически не потребляют электроэнергию.

С целью упрощения конструкции было решено отказаться от использования кварцевых генераторов, но при этом потребовалось выбрать такие принципы работы устройства, которые обеспечили бы надежный прием кодовой посылки. Для этого была предусмотрена посимвольная синхронизация каждого информационного бита. Устройство защищено от помех, вызываемых осветительными лампами.

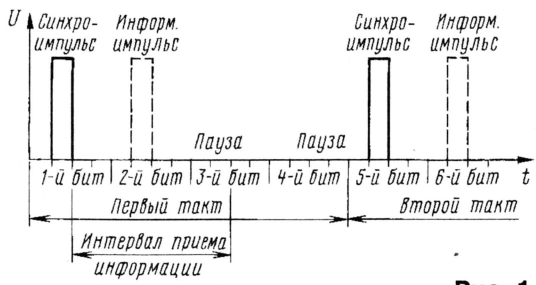


Рис. 1

Рис. 2

Кодовая посылка состоит из 256 бит. Вся информация записана в ОЗУ соответствующей емкости и при формировании кодовой посылки считывается из ОЗУ. Причем лишь часть ее (64 бита) содержит информационные биты, остальная же предназначена для передачи информации о синхроимпульсах и паузах. Это также позволяет существенно упростить схему кодового ключа.

Каждый такт передачи информации (**рис. 1**) начинается с синхронизирующего импульса (СИ). Далее может следовать информационный импульс (ИИ). В следующих двух битах такта записаны паузы, т. е. импульсы в это время не передаются.

Приемная часть устройства (замок) переходит в режим ожидания приема ИИ по завершению принятого СИ и находится в этом режиме в течение времени, составляющем половину такта передачи. Таким образом, требования к стабильности времязадающих цепей замка и ключа совсем нежесткие. Важно, чтобы время ожидания было не меньше четверти такта и не больше его длительности. По наличию или отсутствию ИИ определяется принятый бит в переменной части кодовой посылки, который сравнивается с соответствующим битом информации, записанным в замке.

Для передачи кода используется только 31 бит из 64 возможных, поскольку этого достаточно для обеспечения более двух миллиардов комбинаций. Это тоже несколько упрощает схему замка и позволяет зарезервировать оставшуюся часть кодовой посылки для других целей.

На **рис. 2** показана схема кодового ключа, который может находиться в одном из трех состояний: режиме хранения, режиме формирования кодовой посылки и режиме записи кода.

Рассмотрим вначале первый из них в режиме хранения. Адаптер не подключен к разъему X2. Кодовый ключ переходит в этот режим после генерации очередной кодовой посылки. На выходе 2^{13} счетчика DD2 появляется высокий уровень, который останавливает процесс формирования посылки. На выходе логического элемента DD4.2 окажется низкий уровень, который запрещает работу мультивибратора, выполненного на триггере Шмитта DD1.1. На выходах 2^3 и 2^4 счетчика DD2 низкий уровень, следовательно, на выходе триггера Шмитта DD1.4 — высокий. ОЗУ DD3 не "выбрано", и его выходы находятся в высокоимпедансном состоянии.

На вывод 12 логического элемента DD4.4 через резистор R9 поступает напряжение питания, а значит, на его выходе — низкий уровень. В это время транзистор VT1 закрыт и инфракрасный светодиод BI1 не излучает.

После нажатия на кнопку SB1 ключ переходит в режим формирования кодовой посылки. При этом на вход триггера Шмитта DD1.3 поступает кратковременный импульс низкого уровня, а на его выходе формируется импульс высокого уровня, который устанавливает счетчик DD2 в исходное состояние. На выходе 2^{13} возникает низкий уровень, и мультивибратор на DD1.1 начинает работать. На вход C счетчика DD2 поступает серия импульсов.

Логический элемент DD4.1 и триггер Шмитта DD1.4 предназначены для формирования импульсов выборки ОЗУ DD3. Поскольку на входе WE ОЗУ DD3 низкий уровень, ОЗУ находится в режиме чтения. Если в процессе работы из ОЗУ считана единица (на инверсном выходе 14 — лог. 0), на выходе логического элемента DD4.4 будет высокий уровень, транзистор VT1 откроется и потечет ток через ИК светодиод BI1.

Работа устройства в режиме формирования кодовой посылки продолжится до тех пор, пока не закончится полный цикл считывания ОЗУ, после чего на выходе 2^{13} счетчика появится высокий уровень и ключ перейдет в режим хранения информации.

В процессе работы кодового ключа генерируются весьма мощные токовые импульсы (около 100 мА), поэтому напряжение на элементе питания может изменяться. Диод VD1 разделяет силовую и логическую части, обеспечивая стабилизацию напряжения на микросхемах с целью поддержания временных интервалов в норме. Дальность действия кодового ключа — 20...30 см.

В режим записи информации кодовый ключ переходит при подключении к разъему X2 адаптера с целью перезаписи кода. Дальнейшая работа ключа происходит под внешним управлением со стороны ПК в соответствии с его программным обеспечением (ПО). В этом режиме производятся запись информации в ОЗУ ключа и проверка правильности записи.

(Окончание следует)

ИМПУЛЬСНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЛЕ

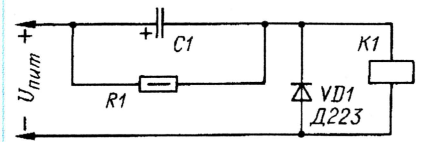
В этой подборке статей авторы делятся опытом применения электромагнитных реле в экономичных устройствах.

Известно, что ток отпускания якоря $I_{отп}$ электромеханического реле меньше, чем ток срабатывания $I_{сраб}$. Отношение $I_{отп}/I_{сраб}$ принято называть коэффициентом возврата $K_{воз}$. Рабочий же ток $I_{раб}$ реле — его номинальное значение в технической документации указывают с допускаемыми пределами, в границах которых гарантирована надежная работа реле, — должен быть всегда больше, чем ток срабатывания. Нижнее значение тока $I_{раб}$ равно произведению $I_{сраб}$ на минимальный коэффициент запаса $K_{зап}$. Запас обеспечивает необходимое время срабатывания $t_{сраб}$ и характеризует работоспособность реле при воздействии дестабилизирующих факторов [1].

Для реле, у которого время срабатывания $t_{сраб}$ не превышает 6 мс, коэффициент запаса — не менее 1,7, а нижняя граница коэффициента возврата находится в интервале 0,06...0,29 [1]. Удержать реле включенным (при отсутствии ударов и вибрации) способен ток удержания $I_{уд}$, который обычно меньше рабочего в несколько раз.

Для повышения экономичности реле уменьшают ток через его обмотку после срабатывания [2] путем коммутации контактами реле либо пускового элемента в цепи обмотки — резистора или конденсатора, либо второй обмотки реле. При импульсном включении обмотки необходимое соотношение $I_{раб}$ и $I_{уд}$ поддерживается параметрически.

Схема импульсного питания реле с пусковым конденсатором показана на **рисунке**. В момент подачи напряжения питания $U_{пит}$ через цепь протекает им-



пульс тока амплитудой $I_A = I_{раб} = U_{пит} / R_{обм}$, вызывающий срабатывание реле K1 ($R_{обм}$ — сопротивление обмотки реле). По окончании зарядки конденсатора C1 в цепи устанавливается ток $I_{уд} = U_{пит}/(R_{обм} + R1)$.

После отключения напряжения $U_{пит}$ конденсатор C1 разряжается через резистор R1. По истечении времени разрядки, которое примерно в три раза больше постоянной времени $\tau_{разр} = R1 \cdot C1$, узел готов к следующему включению. Диод VD1 гасит импульсы напряжения самоиндукции обмотки реле при выключении тока управления. Номиналы элементов для некоторых примеров построения узла и значения основных параметров сведены в **таблицу** (см. левую и выделенную красным цветом среднюю ее части).

Герконовое реле РЭС43 имеет две обмотки сопротивлением 230 Ом каждая, общие для двух герконов. От одной обмотки оно работает при напряжении 12 В, в случае параллельного согласного включения обмоток — при 6 В, а последовательного согласного — 24 В. Нижняя граница $K_{воз}$, рассчитанная по [1] для реле РЭС43, — 0,17. Конкретное значение этого коэффициента зависит от схемы включения обмоток. Последовательному соединению обмоток соответствует измеренное значение $K_{воз}$ = 0,5, параллельному — 0,6, а при работе от одной обмотки — 0,8.

Среди реле, указанных в [1], РЭС86 имеет наименьшую нижнюю границу $K_{воз}$=0,06. Оно рассчитано на напряжение 5 В, допустимый рабочий ток через обмотку — от 17,5 до 70 мА, а в корпусе реле имеется встроенный диод Д223, что позволяет собрать экономичный узел, содержащий наименьшее число элементов. Для работы в узле наиболее пригодны реле с минимальным временем срабатывания.

Пусковую характеристику, подобную "конденсаторной", имеет и лампа накаливания. Поэтому ее также можно использовать в узле импульсного питания реле, а в некоторых случаях она может оказаться предпочтительнее.

Лампу включают так же, как и конденсатор — последовательно с обмоткой; шунтирующий резистор не нужен. Холодная нить накаливания лампы имеет значительно меньшее сопротивление R_x, чем "горячее" $R_г$. В момент подачи напряжения $U_{пит}$ амплитуда импульса тока $I_A = U_{пит} / (R_{обм} + R_x)$ находится в пределах допуска рабочего тока реле K1. Поэтому оно срабатывает.

По истечении времени разогревания нити лампы она принимает наибольшее

№ п/п	$U_{пит}$, В	Реле	Паспорт	$R_{обм}$, Ом	I_A, мА	C1, мкФ	R1, кОм	$I_{уд}$, мА	Лампа	I_A, мА	$I_{уд}$, мА
1	27	РЭС10	РС4.529.031-11[1]	630	43	20	0,91	18	КМ24-35	40	21
2	6	РЭС43	РС4.569.201	115[2]	52	20	0,24	17	СМН6,3-20	40	16
3	12			230[3]		10	0,3	23	КМ24-35		22
4				460[4]	26	5	1,2	7	СМН6,3-20	24	16
5	24				52		3		КМ24-35	44	22

[1] То же для РС4.529.031-03.
[2] Параллельное соединение обмоток.
[3] От одной обмотки из двух.
[4] Последовательное соединение обмоток.

E-mail: dom@paguo.ru
тел. 208-83-05

сопротивление $R_г$ и в цепи устанавливается ток $I_{уд} = U_{пит} / (R_{обм} + R_г)$. В установившемся режиме лампа слабо светит, сигнализируя о протекании через обмотку реле тока удержания $I_{уд}$. При отключении напряжения нить накаливания лампы остывает и через некоторое время узел готов к следующему включению. Примеры построения узла с лампой накаливания представлены в правой — "зеленой" — части таблицы.

Измеренное сопротивление холодной нити лампы КМ24-35 равно 73 Ом, а СМН6,3-20 — 36 Ом. Четкость срабатывания реле можно увеличить шунтированием лампы конденсатором. Его емкость подбирают экспериментально. С коммутаторной лампой КМ24-35 ток удержания устанавливается через 100 мс после подачи напряжения, а с миниатюрной бесцокольной лампой СМН6,3-20 — через 50 мс. Лампа работает в облегченном режиме, поэтому служит очень долго. Ток удержания реле меньше, чем рабочий ток лампы. Пусковой ток лампы равен рабочему току реле.

Ток удержания в 1,5...7,4 раза меньше, чем рабочий ток реле — это не единственная особенность описываемых узлов. Гистерезис узла с конденсатором меньше, чем гистерезис реле. При плавном уменьшении напряжения $U_{пит}$ реле в узле с лампой в общем случае отпустит якорь при меньшем значении напряжения, чем в узле с конденсатором. Время срабатывания реле не более значений, указанных в [1]. Узел с лампой накаливания можно использовать для реле, работающего на переменном токе.

Импульсное включение реле увеличивает срок службы герконов в среднем в три раза [3]. Во многих случаях описанный способ пригоден для питания электромагнитов.

В режиме форсированного импульсного питания, когда ток включения больше рабочего, магнитодвижущая сила обмотки увеличится, а время срабатывания реле уменьшится. Так, например, в защитном устройстве [4] реле К1 питают через балластный резистор R14. Форсированный режим питания этого реле легко получить, если сопротивление резистора R14 увеличить до 15 кОм и подключить параллельно ему конденсатор емкостью 2,2 мкФ на напряжение 160 В. Быстродействие устройства увеличится, а потребляемая устройством мощность и нагревание элементов R12, VD4, R14, К1, VS1 уменьшатся.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Игловский И. Г.,Владимиров Г. В.** Справочник по слаботочным электрическим реле. — Л.: Энергоатомиздат, 1990.

2. **Клименко Б. В.** Форсированные электромагнитные системы. — М.: Энергоатомиздат, 1989.

3. **Бутковский А. Г.,Черкашин А. Ю.** Оптимальное управление электромеханическими устройствами постоянного тока. — М.: Энергия, 1972.

4. **Дубинин Ф.** Реле защитного отключения. — Радио, 1999, № 1, с. 40.

А. ТРИФОНОВ
г. Санкт-Петербург

* * *

Для одного из собираемых мною устройств потребовалось экономичное электромагнитное реле на напряжение срабатывания несколько вольт. Обращение к справочнику по реле подтвердило, что ассортимент таких реле очень скуден и к тому же их ток срабатывания весьма велик (у большинства — около 50 мА).

Не найдя подходящего реле в продаже, я решил поэкспериментировать с самодельным реле на базе геркона. На концах его баллона приклеил две щеки диаметром 10 мм из фольгированного стеклотекстолита и намотал до заполнения провод ПЭВ-1 0,09 (около 700 витков). Измерения показали, что напряжение замыкания геркона равно 0,7 В при токе 30 мА, а размыкания — 0,3 В при токе 15 мА. Увеличением числа витков и выбором более тонкого провода напряжение срабатывания можно несколько увеличить. Однако приобретение тонкого провода и его намотка в любительских условиях тоже представляют собой немалую проблему.

Поэтому я решил задачу иным путем. Последовательно с обмоткой реле включил параллельную RC-цепь. Резистор по сопротивлению подобрал таким, чтобы ток через обмотку реле был равен 20 мА, т. е. больше, чем ток размыкания геркона. Емкость конденсатора — 20 мкФ.

При включении напряжения питания 9 В короткий импульс зарядного тока конденсатора заставляет реле сработать, после чего оно удерживается во включенном состоянии током через резистор. С конденсатором емкостью 10 мкФ реле срабатывает при напряжении 10 В. Если напряжение питания увеличивать медленно, геркон замыкается при напряжении 16 В, а размыкается при 8 В.

Варьируя номиналы конденсатора и резистора, удается существенно расширить возможности применения реле.

В. СУВОРОВ
г. Железногорск Курской обл.

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ ВИДА "МЕАНДР"

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В ряде случаев, например, для управления жидкокристаллическими индикаторами, требуются прямоугольные импульсы со скважностью 2. Обычно их формируют с помощью триггера со счетным входом, подавая на него импульсы с произвольной скважностью. Другие варианты подобного генератора, в которых скважность нужно устанавливать подборочными резисторами, включенными последовательно с диодами во времязадающую цепь, обычно не сохраняют форму "меандра" при колебаниях напряжения питания и температуры.

Генератор, схема которого изображена на **рис. 1**, при соблюдении условий R1=R2 и C1=C2 вырабатывает на своих выходах 1 и 2 противофазные последовательности прямоугольных импульсов с крутым фронтом и стабильной скважностью 2 при изменении питающего напряжения и температуры в широких пределах. Частоту F (в килогерцах) генератора вычисляют по формуле $F=1{,}05/R1{\cdot}C1$ (R1 — в килоомах, C1 — в микрофарадах).

Рис. 1

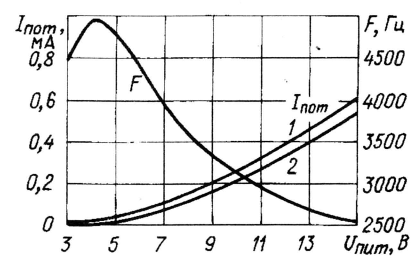
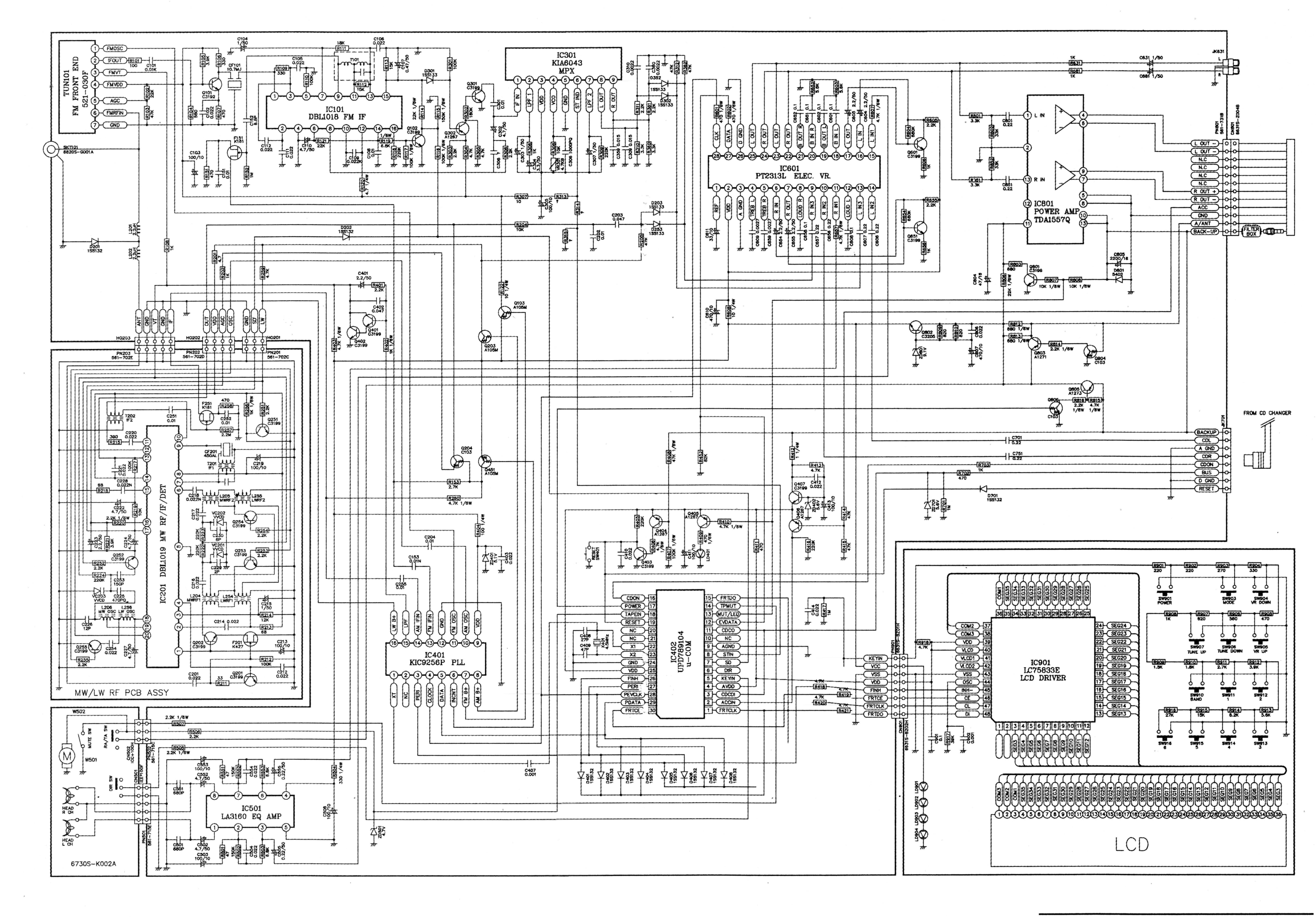


Рис. 2

На **рис. 2** показаны зависимости генерируемой частоты и потребляемого тока от напряжения питания. Две кривые для потребляемого тока даны для двух вариантов параметров времязадающей цепи: 1 — R1=R2=100 кОм, C1=C2=2200 пФ; 2 — R1=R2=1 МОм, C1=C2=220 пФ. Графики показывают, что применение высокоомных резисторов позволяет снизить потребляемый ток, особенно при малых значениях напряжения питания. Это, кстати, характерно для любых RC-генераторов на микросхемах КМОП.

Генератор может работать и с использованием логических элементов микросхем К561ЛЕ5 и К561ЛА7, однако фронт и спад импульсов в этом случае имеют затянутые участки. ■

E-mail: radio@paguo.ru
тел. 207-88-18



E-mail: consume@paguo.ru
тел. 208-83-05

E-mail: consume@paguo.ru
тел. 208-83-05

РАДИО № 4, 2001

РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А. ДУБРОВСКИЙ, г. Новополоцк Витебской обл., Белоруссия

В домашних "мастерских" радиолюбителей встречаются электромеханические станки и различные приспособления с приводом от трехфазных асинхронных двигателей. Однако в быту трехфазная сеть нередко отсутствует, поэтому для их питания часто применяют фазосдвигающий конденсатор. К сожалению, это приводит к снижению необходимой мощности на валу электродвигателя и к тому же исключается возможность регулирования частоты вращения. Используя предлагаемое устройство, можно не только питать трехфазный асинхронный электродвигатель от однофазной сети, но и плавно регулировать частоту его вращения.

Регулятор частоты вращения существенно улучшает характеристики трехфазного асинхронного двигателя (ТАД). Описываемое устройство позволяет питать ТАД от однофазной сети практически без потери мощности, регулировать пусковой момент, регулировать в широких пределах частоту вращения как на холостом ходу, так и при нагрузке, а также главное — увеличивать максимальную частоту вращения больше номинальной.

Предлагаемое устройство эксплуатируется с ТАД мощностью 120 Вт и номинальной частотой вращения 3000 об/мин.

Как известно, существует несколько способов регулирования частоты вращения ТАД — изменением питающего напряжения, нагрузки на валу, применением специальной обмотки ротора с регулируемым сопротивлением. Однако наиболее эффективным является частотное регулирование, поскольку оно позволяет сохранить энергетические характеристики и применить наиболее дешевые и надежные электродвигатели с короткозамкнутой обмоткой ротора — "беличьей клеткой".

Схема регулятора приведена на **рис. 1**. На элементах DD1.1—DD1.3 собран задающий генератор с изменяемой в пределах 30...800 Гц частотой. Регулируют частоту переменным резистором R3. Счетчик DD2, элемент И-НЕ DD1.4 и четыре элемента Исключающее ИЛИ DD3.1—DD3.4 входят в состав формирователя импульсов трехфазной последовательности (ФИТ), который преобразует постоянное напряжение в сигналы прямоугольной формы, сдвинутые по фазе на 120 град. На **рис. 2** приведены эпюры напряжения в характерных точках.

На транзисторах 1VT1—1VT6, 2VT1—2VT6, 3VT1—3VT6 собраны три одинаковых усилителя, по одному на каждую фазу ТАД. На рис. 1 приведена схема только одного усилителя. Схемы остальных точно такие же. Рассмотрим работу одного из них (верхнего по схеме). Когда на выходе элемента DD3.2 появляется высокий уровень, открывается составной транзистор 1VT4, 1VT5, а выходной транзистор 1VT6 закрывается. Кроме того, высокий уровень поступает на вход транзисторной оптопары 1U1, в результате чего на ее выходе устанавливается низкий уровень, который закрывает составной транзистор 1VT1, 1VT2. Выходной транзистор 1VT3 открыт. Для развязки по напряжению транзисторы 1VT1, 1VT2 и 1VT4, 1VT5 питают от разных источников напряжением +10 В, а транзисторы 1VT3, 1VT6 — от источника напряжением +300 В. Диоды 1VD3, 1VD4, 1VD6, 1VD7 служат для более надежного закрывания выходных транзисторов.

Одно из главных условий нормальной работы транзисторов 1VT3 и 1VT6 — они не должны быть одновременно открыты. Для этого на вход составного транзистора 1VT1, 1VT2 управляющее напряжение поступает с выхода оптопары 1U1, что обеспечивает некоторую задержку его переключения (приблизительно 40 мкс). При появлении на входе оптопары высокого уровня начинает заряжаться конденсатор 1С2. Сигнал низкого уровня на входе оптопары не может мгновенно закрыть составной транзистор 1VT4, 1VT5, поскольку

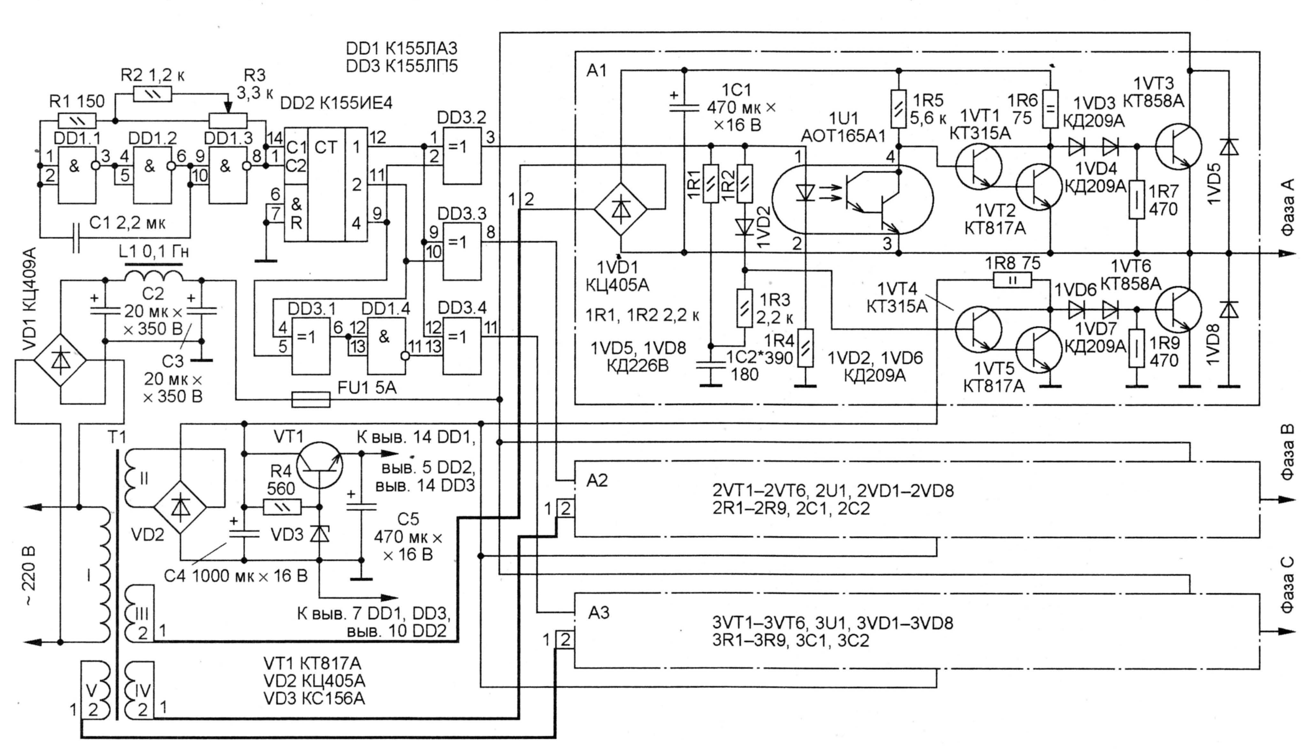


Рис. 1

конденсатор 1C2, разряжаясь по цепи 1R3, эмиттерные переходы транзисторов, поддерживает его в течение около 140 мкс в открытом состоянии, а транзистор 1VT6 — в закрытом. Время выключения оптопары составляет примерно 100 мкс, поэтому транзистор 1VT3 закрывается раньше, чем транзистор 1VT6 открывается.

Диоды 1VD5, 1VD8 защищают выходные транзисторы от повышения напряжения при коммутации индуктивной нагрузки — обмоток ТАД, а также замыкают ток обмоток, когда напряжение на них изменяет свою полярность (при переключении транзисторов 1VT3, 1VT6). Например, после закрывания транзисторов 1VT3 и 2VT6 ток некоторое время проходит в прежнем направлении — от фазы А к фазе В, замыкаясь через диод 2VD5, источник питания, диод 1VD8, пока не уменьшится до нуля.

Рассмотрим последовательность переключения выходных транзисторов на примере фаз А и В. Когда транзисторы 1VT3 и 2VT6 открыты, ток протекает по цепи: источник +300 В, участок коллектор—эмиттер транзистора 1VT3, обмотки фазы А и фазы В, участок коллектор—эмиттер транзистора 2VT6. Когда эти транзисторы закрываются, а 1VT6 и 2VT3 открываются, ток протекает в противоположном направлении. Таким образом, на фазы А, В и С подаются импульсы напряжения прямоугольной формы со сдвигом по фазе 120 град. (рис. 2). Частота питающего ТАД напряжения определяется частотой переключения этих транзисторов. Благодаря поочередному открыванию транзисторов ток последовательно проходит по обмоткам статора АВ-АС-ВС-ВА-СА-СВ-АВ, что и создает вращающееся магнитное поле. Описанная выше схема построения выходных ступеней — трехфазная мостовая [1—3]. Ее достоинство заключается в том, что в фазном токе отсутствуют третьи гармонические составляющие.

Блок питания регулятора вырабатывает напряжения +5, +10 и +300 В. Напряжение +5 В, вырабатываемое стабилизатором на стабилитроне VD3 и транзисторе VT1, используется для питания микросхем DD1—DD3. Верхний по схеме составной транзистор каждого усилителя питается от отдельной обмотки сетевого трансформатора T1 и отдельного мостового выпрямителя (1VD1, 2VD1, 3VD1). Нижний составной транзистор всех усилителей — от обмотки II и диодного моста VD2. Для питания выходных транзисторов применен мост VD1 и LC-фильтр C2L1C3. Емкость конденсаторов C2 и C3 выбирают исходя из мощности ТАД. Она должна быть не менее 20 мкФ при индуктивности дросселя 0,1 Гн.

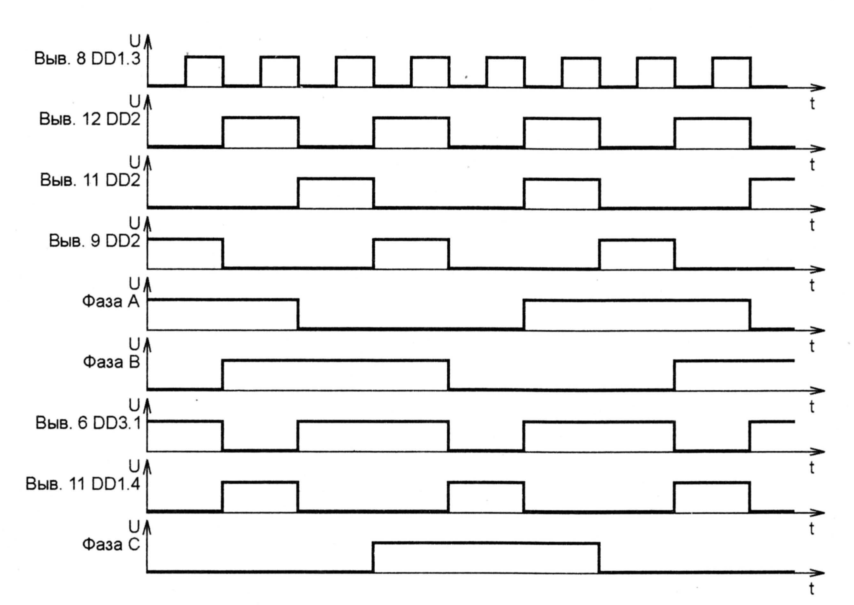


Рис. 2

В регуляторе можно применить постоянные резисторы МЛТ, ОМЛТ, ВС. Конденсатор C1 — любой, например, керамический К10-17-2б, C2—C5, 1C1, 2C1, 3C1 — любые оксидные. Дроссель L1 — самодельный. Его наматывают на Ш-образном магнитопроводе площадью поперечного сечения 4 см^2. Обмотка содержит 120 витков провода ПЭВ 0,35. Дроссель можно исключить, но при этом придется увеличить емкость конденсаторов C2 и C3 до 50 мкФ. Оптопары 1U1, 2U1, 3U1 можно использовать и другие, у которых время задержки включения не более 100 мкс, а напряжение изоляции не менее 400 В.

Основное требование к транзисторам — высокий и примерно одинаковый у всех коэффициент передачи тока (не менее 50). Транзисторы КТ315А могут быть заменимы на транзисторы серий КТ315, КТ312, КТ3102 с любыми буквенными индексами, а транзисторы КТ817А (VT1, 1VT2, 1VT5, 2VT2, 2VT5, 3VT2, 3VT5) — на КТ817 или КТ815 с любыми буквенными индексами. Вместо транзисторов КТ858А можно применить любые мощные с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 350 В и коэффициентом передачи тока не менее 50. Их следует установить на теплоотводы площадью не менее 10 см^2 каждый.

Однако при использовании электродвигателей мощностью более 200 Вт потребуются теплоотводы с большей площадью. Если мощность ТАД превышает 300 Вт, вместо выпрямителя КЦ409А необходимо собрать мост из отдельных диодов, рассчитанных на обратное напряжение более 400 В и соответствующий ток. Диоды 1VD5, 1VD8 подойдут любые с допустимым прямым импульсным током не менее 5 А и обратным напряжением не менее 400 В, например, КД226В или КД226Г. Трансформатор — любой мощностью не менее 15 Вт, имеющий четыре раздельные вторичные обмотки по 8...9 В каждая.

При налаживании устройства сначала отключают напряжение +300 В и проверяют наличие всех сигналов в соответствии с рис. 2. Если необходимо, подборкой конденсатора C1 или резистора R2 добиваются изменения частоты на коллекторе транзистора 1VT2 (1VT5) в пределах 5...130 Гц. Затем при отключенном ТАД вместо +300 В подают от внешнего источника напряжение +100...150 В, замыкают коллектор и эмиттер транзистора 1VT2, коллектор и эмиттер транзистора 1VT5 (чтобы закрыть транзисторы 1VT3 и 1VT6) и измеряют ток в цепи коллектора транзистора 1VT3, который должен быть не более нескольких миллиампер — ток утечки выходных транзисторов.

Далее размыкают коллекторы и эмиттеры вышеуказанных транзисторов и устанавливают резистором R2 максимальную частоту. Подбором конденсатора 1C2 (в сторону увеличения емкости) добиваются минимального значения тока в цепи коллектора транзистора 1VT3. Аналогично налаживают и остальные усилители. После этого подключают к выходу регулятора электродвигатель, обмотки которого соединены звездой. Вместо +300 В подают от внешнего источника напряжение в пределах +100...150 В. Ротор электродвигателя должен начать вращаться. Когда необходимо изменить направление вращения, меняют местами любые две фазы ТАД. Если выходные транзисторы работают в правильном режиме, они остаются длительное время чуть теплыми, в противном случае подбирают сопротивление резисторов 1R6, 1R8, 2R6, 2R8, 3R6, 3R8.

Литература

1. **Радин В. И.** Электрические машины: Асинхронные машины. — М.: Высшая школа, 1988.

2. **Кравчик А. Э.** Выбор и применение асинхронных двигателей. — М.: Энергоатомиздат, 1987.

3. **Лопухина Е. М.** Асинхронные исполнительные микродвигатели для систем автоматики. — М.: Высшая школа, 1988.

E-mail: power@paguo.ru тел. 207-89-00

СТОРОЖЕВОЕ УСТРОЙСТВО

В. БАННИКОВ, г. Москва

Судя по редакционной почте, охранное устройство, описанное в "Радио" М. Чуруксаевым, работающее совместно с датчиком вибрации, предложенным нашим автором Ю. Виноградовым, серьезно заинтересовало многих радиолюбителей. Они не только повторяют это устройство, но и стараются улучшить прототип, повысить его эксплуатационные качества. Сегодня знакомим читателей с одним из таких примеров.

Охранное устройство [1] подкупает своей простотой, не требует налаживания, а главное — используемый в нем оригинальный датчик вибрации [2] обеспечивает "сторожу" высокую чувствительность. Вместе с тем ему присущи и некоторые недостатки: применено электромагнитное реле и не очень надежная микросхема УМС8, наличие в ряде узлов совершенно "необязательных" деталей, использование большого числа оксидных конденсаторов.

Необходимо также отметить следующее. Как показала практика, громкость тревожного сигнала, обеспечиваемая усилителем К174УН14, не всегда оказывается достаточной. Если же собрать двухтактный усилитель на транзисторах по схеме, показанной на рис. 2 в [3], то возможности малогабаритной динамической головки 3ГДВ-1 будут использованы полнее и громкость заметно увеличится. Применение также небольшой головки 4ГД-8Е, обладающей повышенной отдачей (по звуковому давлению), даст дополнительный выигрыш в громкости.

Еще большее увеличение "дальности действия" устройства может быть получено с помощью более мощного усилителя ЗЧ.

Принципиальная схема модифицированного варианта "сторожа" показана на **рисунке**. Конструкция датчика BQ1 оставлена без изменения. Отказ от встроенного стабилизатора напряжения питания позволил уменьшить ток, потребляемый в дежурном режиме с 1,5 мА до 25...30 мкА. Диод VD3 предохраняет "сторож" от подключения к бортовой сети в обратной полярности, а конденсаторы С2 и С4 сглаживают колебания напряжения питания микросхем, вызванные работой мощного выходного усилителя.

Схема входного усилителя упрощена, а датчик BQ1 введен в цепь инвертирующего входа. Благодаря этому в дежурном режиме на выходе ОУ DA1 действует низкий (а не высокий, как в исходной конструкции) уровень. В результате цепь R6C1 в момент включения устройства тумблером SA1 установит триггер DD1.1 по входу R в нулевое состояние.

Высокий уровень с инверсного выхода триггера DD1.1 обнулит счетчик DD3 и остановит генератор импульсов ЗЧ, собранный на логических элементах DD2.3, DD2.4, в положении, когда низкий уровень присутствует на выходе элемента DD2.4. Тот же высокий уровень с выхода триггера DD1.1 поступает также на входы R и S триггера DD1.2, из-за чего он устанавливается в "запрещенное" состояние с высоким уровнем на обоих выходах. Все транзисторы VT1—VT4 выходного мостового усилителя оказываются закрытыми. Таким образом, устройство входит в дежурный режим совершенно незаметно для окружающих.

Исходный же вариант "сторожа" при включении питания может без надобности "огласить" окрестности тревожными сигналами. Дело в том, что в нем не предусмотрены цепи предустановки и состояние входного триггера и счетчика импульсов после подачи питания не определено.

Датчик BQ1 крепят на кузове (раме) транспортного средства. Если датчик в дежурном режиме "сторожа" воспримет вибрацию корпуса, на выходе ОУ DA1 низкий уровень сменится последовательностью импульсов высокого уровня. Первый же из них переключит по входу S триггер DD1.1 из нулевого состояния в единичное. Единичный уровень с его прямого выхода разрешит работу генератора импульсов частотой около 2 Гц (период повторения — 0,5 с), собранного на элементах DD2.1, DD2.2.

Нулевой урсвень с инверсного выхода триггера DD1.1 разрешит работу генератора ЗЧ DD2.3, DD2.4 и счетчика DD3. На выходе 1 счетчика появятся импульсы длительностью 0,5 с, периодически повышающие частоту генератора ЗЧ. Периодичность смены генерируемой частоты — 1 с.

Поскольку теперь на установочных входах R и S триггера DD1.2 низкий уровень напряжения, триггер работает делителем частоты на 2, а скважность импульсов на обоих его выходах равна двум. Благодаря этому транзисторы VT1 — VT4 мостового усилителя работают в совершенно одинаковых условиях. Динамическая головка BF1 воспроизводит двутональный тревожный звуковой сигнал. Частоту верхнего тона можно изменить подборкой резистора R8, а нижнего — R9.

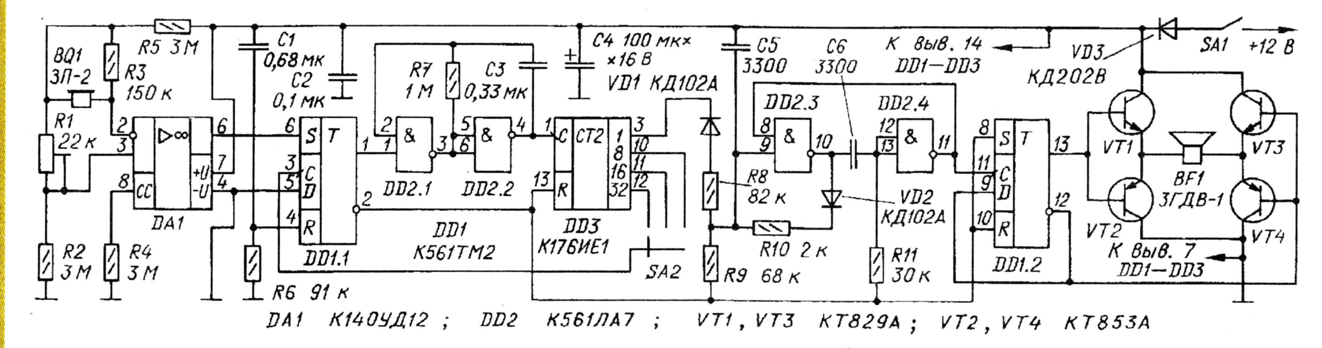
При положении переключателя SA2, показанном на схеме, после сформирования шестнадцати звуковых посылок каждого тона на выходе 32 счетчика DD3 появится высокий уровень, который переключит по входу С триггер DD1.1 в исходное (нулевое) состояние — устройство вернется в дежурный режим. Если переключатель SA2 перевести в правое по схеме положение, устройство станет формировать не шестнадцать, а лишь четыре звуковые посылки каждого тона, в среднее же — восемь.

В тех случаях, когда оперативно менять число звуковых посылок не предполагают, вход с триггера DD1.1 соединяют непосредственно с выбранным выходом счетчика DD3. Повторное срабатывание "сторожа" вновь включает тревожный звуковой сигнал.

Очень хорошие показатели выходного узла "сторожа" могут быть получены с помощью традиционного двухтактного усилителя ЗЧ, если нагрузить его пьезокерамическим звукоизлучателем СП-1 или автомобильной пьезосиреной АСТ-10, имеющими большой КПД. В частотной области, близкой к 3 кГц, они обеспечивают уровень громкости 100 дБ и более. При этом потребляемый усилителем ток уменьшается до нескольких десятков миллиампер, тогда как с головкой 3ГДВ-1 (сопротивлением 8 Ом) ток достигает 1А, а с 4ГД-8Е (4 Ом) — 2 А.

Добавим, что с излучателем СП-1, например, сравнительно дорогие транзисторы КТ829А и КТ853А вполне могут быть заменены маломощными КТ315Г и КТ361Г.

Как видно из схемы, "двучастотный" генератор импульсов ЗЧ DD2.3, DD2.4 собран несколько необычно. Он содержит интегрирующую цепь C5R9 и дифференцирующую C6R11. Частота генерации повышается из-за действия цепи VD1R8.



ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЕМ
E-mail: car@paguo.ru тел. 207-88-18

При налаживании генератора нижний по схеме вывод резисторов R9 и R11 временно соединяют с общим проводом, а диод VD1 отключают от выхода 1 счетчика DD3. Подборкой резистора R9 устанавливают частоту "нижнего" тона.

Если теперь катод диода VD1 соединить с общим проводом, будет звучать "верхний" тон. Его частота зависит от сопротивления резистора R8. С указанными на схеме номиналами деталей значения частоты тонов равны примерно 2220 и 3320 Гц.

ОУ К140УД12 в устройстве можно заменить на К140УД1208, а цифровые микросхемы — на одноименные серий К176, К564, К1561. Транзисторы КТ829А заменимы любыми из серий КТ827, КТ829, КТ973, а КТ853А — КТ825, КТ853, КТ972. С пьезоизлучателем вместо динамической головки могут работать маломощные транзисторы с коллекторным током 50 мА и более. Диоды — любые малогабаритные кремниевые.

Вместо ЗП-2 основой датчика колебаний может служить ЗП-4, ЗП-5 или ЗП-22. Тумблер SA1 — МТ1, переключатель SA2 — любой малогабаритный.

Оксидный конденсатор С4 лучше применить танталовый или оксидно-полупроводниковый. Остальные — КМ-5 и КМ-6.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чуруксаев М.** Электронный "сторож" для мотоцикла. — Радио, 1998, № 11, с. 54, 55.

2. **Виноградов Ю.** Датчик вибрации для охранного устройства. — Радио, 1994, № 12, с. 38, 39.

3. **Банников В.** Двутональная сирена повышенной мощности. — Радио, 1995, № 2, с. 34, 35.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ТВ СИГНАЛА

Для просмотра сигнала от видеокамеры на телевизоре, не имеющем видеовхода, необходимо устройство, которое сформирует сигнал на одном из телевизионных каналов. Схема такого устройства (Jiri Borovicka, Video-audio modulator. — "Amaterske Radio", 1990, s. 254—256) приведена на **рис. 1**.

Формирователь выполнен на микросхеме DA1, представляющей собой двойной балансный смеситель. Частота генерации определяется катушкой индуктивности L1 и конденсаторами С6—С8. Приведенные на схеме номиналы конденсаторов оптимизированы для первого-второго ТВ каналов. Индуктивность катушки L1 для первого ТВ канала — 1,1 мкГн. Модулирующие сигналы — видео и аудио (ЧМ на поднесущей частоте 6,5 МГц) поступают на вывод 8 микросхемы. Выходной сигнал снимается с вывода 2.

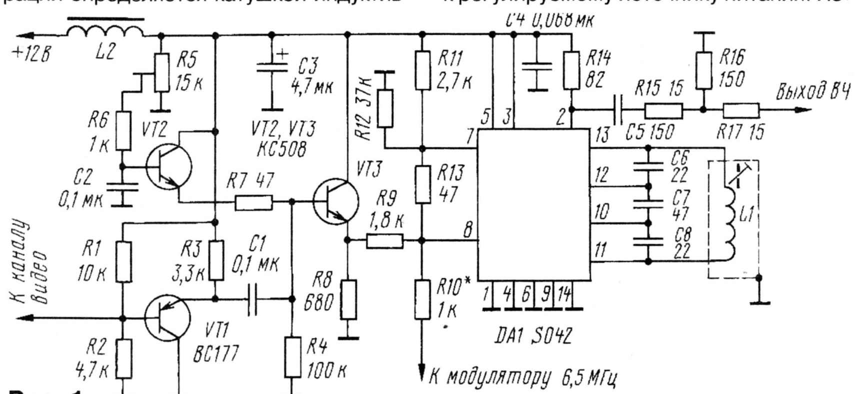


Рис. 1

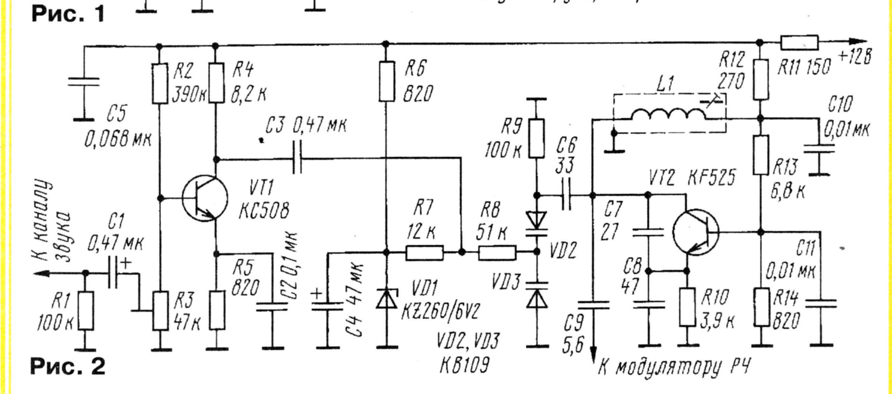


Рис. 2

На выходе генератора включен аттенюатор, который снижает уровень сигнала до требуемого для качественного просмотра.

Видеосигнал, поступающий на вход устройства, должен иметь амплитуду около 1 В. Фиксацию уровня видеосигнала осуществляет каскад на транзисторе VT2 (каскады на VT1 и VT3 — эмиттерные повторители). Этот уровень устанавливают подстроечным резистором R5, контролируя качество изображения телевизионным приемником. Следует отметить, что данная регулировка достаточно критична — с резким переходом от темного изображения до перемодуляции с инверсией изображения. Индуктивность дросселя L2 в цепи питания — 10... 20 мкГн.

Аудиосигнал предварительно подают на ЧМ генератор (**рис. 2**). Он собран на транзисторе VT2. Сигнал звуковой частоты через усилитель на транзисторе VT1 поступает на варикапы VD2, VD3. Начальное смещение на варикапах задано стабилитроном VD1. Индуктивность катушки генератора L1 — около 24 мкГн.

При налаживании этого узла в отсутствие модулирующего сигнала рабочую частоту генератора устанавливают 6,5 МГц. Затем левый (по схеме) вывод резистора R7 временно подключают к регулируемому источнику питания. Изменяя его выходное напряжение (относительно напряжения стабилизации стабилитрона VD1), снимают модуляционную характеристику генератора. Она должна быть линейной до изменения частоты в пределах 50 кГц. Из этих измерений получают максимальное значение амплитуды модулирующего сигнала, которое затем устанавливают подстроечным резистором R3. Уровень ЧМ сигнала на выводе 8 микросхемы DA1 (см. рис. 1) должен быть около 10 мВ. Его устанавливают подбором резистора R10.

У микросхемы S042 есть полный отечественный аналог — микросхема К174ПС1. Транзисторы структуры n-p-n — серии КТ3102 и им подобные, а структуры p-n-p — серии КТ3107 и им подобные. Варикапы VD2 и VD3 можно заменить на КВ102 или варикапную матрицу КВС111 (буквенные индексы — любые). Стабилитрон VD1 — малой мощности с напряжением стабилизации около 5,5... 6,5 В.

***Примечание редакции**. Данное устройство может найти применение и как своеобразный пульт микширования при создании любительских видеофильмов, когда требуется подмонтировать отдельные фрагменты звуко- и видеоряда.*

E-mail: radio@paguo.ru тел. 208-83-05

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ЗОРИН С. РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ. — РАДИО, 2000, № 8, с. 42, 43.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 1**. На ней размещают все детали, кроме переменного резистора R5 и полевого транзистора VT3. Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ, конденсаторов К52-1Б (С1, С5) и КМ (остальные).

ХЛЮПИН И. СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УКВ-ЧМ ПРИЕМНИК. — РАДИО, 1998, № 10, с. 24—26; № 11, с. 20—23; № 12, с. 21; 1999, № 1, с. 54.

О блоке А2.

На принципиальной схеме блока А2 (см. рис. 2 в "Радио", 1998, № 10) с общим проводом необходимо соединить выв. 5 и 12 микросхемы DA1 (К174ХА14).

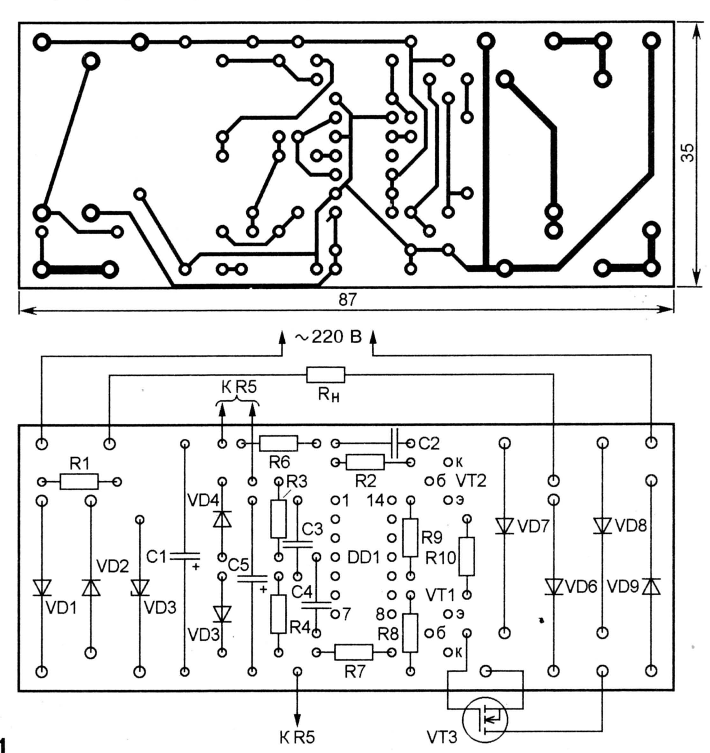


Рис. 1

НЕЧАЕВ И. АКТИВНАЯ АНТЕННА МВ-ДМВ. — РАДИО, 1998, № 4, с. 6—8.

Замена транзисторов.

Вместо КТ3120А в устройстве допустимо использовать транзисторы КТ3132А-2, КТ3132Г-2. Следует, однако, учесть, что они более высокочастотные, поэтому усилитель дециметрового канала может самовозбудиться. Чтобы этого не случилось, коллекторы транзисторов необходимо подключить через резисторы сопротивлением 5...10 Ом или надеть на выводы коллекторов ферритовые бусинки.

Кроме указанных, возможно применение транзисторов КТ3106А9 (VT1, VT2) и КТ3114А-6 (VT1—VT4, VT6, VT7). Очень хорошие результаты в дециметровом диапазоне можно получить при использовании малошумящих арсенид-галлиевых биполярных транзисторов фирмы Hewlett Packard или выпускаемой ею же микросхемы MGA86563 (см. статью И. Нечаева "Антенный усилитель ДМВ на микросхеме" в "Радио", 1999, № 4, с. 8, 9).

СТАРОСТЕНКО М. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ЭКВАЛАЙЗЕР. — РАДИО, 1998, № 6, с. 16—18.

О назначении выводов микросхем К157УД2.

Нумерацию выводов ОУ DA1, DA2 на принципиальной схеме эквалайзера (см. рис. 3 в статье) необходимо изменить следующим образом: выход ОУ DA1.1 и DA2.1 — вывод 13, инвертирующий и неинвертирующий входы ОУ DA1.2 и DA2.2 — соответственно выводы 5 и 6, выводы частотной коррекции (FC) — 7 и 8.

КЛЕМЕНОВ А. СИГНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО. — РАДИО, 2000, № 9, с. 30.

Замена реле.

В устройстве возможно применение реле РЭС9 исполнений РС4.524.200, РС4.524.209, РС4.529.029-07 (сопротивление обмотки — 450...550 Ом, ток срабатывания — 30 мА), РЭС22 — РФ4.500.129, РФ4.523.023-07 (552...780 Ом и 20 мА), РФ4.500.163, РФ4.523.023-08 (595...805 Ом и 21 мА), РЭС34 — РС4.524.370-01 (535...725 Ом и 21 мА).

АРХИПОВ Ю. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ БЛОК ЗАЖИГАНИЯ. — РАДИО, 1990, № 1, с. 31—34; № 2, с. 39—42.

Подключение к устройству бесконтактного датчика автомобилей ВАЗ-2108.

Фрагмент принципиальной схемы блока при использовании его с бесконтактным датчиком автомобилей ВАЗ-2108 изображен на **рис. 2**. Как видно из сравнения с исходной схемой, из устройства в этом случае исключают транзистор VT1, изменяют номиналы резисторов R2, R4, R7 (последний переносят из эмиттерной цепи транзистора VT2 в коллекторную) и вводят диод VD17.

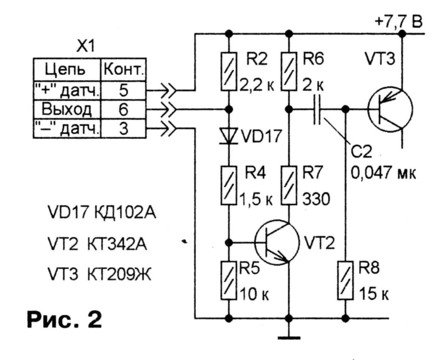


Рис. 2

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

Редакция консультирует исключительно по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и только по техническим вопросам, рассмотренным в них. Консультации даются бесплатно. Вопросы просим писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название статьи, ее автора, год, номер и страницу в журнале, где она опубликована. В письмо вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: ***consult@paguo.ru****.*

С вопросами, выходящими за рамки опубликованных в журнале статей (доработка и усовершенствование устройств, стыковка одних конструкций с другими, замена деталей, требующая значительных изменений в схеме, данные деталей устройств промышленного изготовления, рекомендации по литературе на ту или иную тему и т. п.), по материалам из других изданий, а также с заказами копий статей советуем обращаться в Письменную (платную) радиотехническую консультацию Центрального радиоклуба РФ им. Э. Т. Кренкеля (123459, г. Москва, Походный проезд, 23, тел. 949-53-51). В письмо-заказ необходимо вложить маркированный конверт с обратным адресом для ответа по условиям выполнения заказа.

Адресов авторов редакция не сообщает. Если возникли вопросы, на которые, по вашему мнению, может ответить только автор статьи, пришлите письмо нам, а мы перешлем его автору. Не забудьте в этом случае вложить два маркированных конверта: один — чистый, другой — с надписанным вашим адресом.

E-mail: consult@paguo.ru
тел. 207-89-00

ДИОДЫ ШОТКИ

А. МИРОНОВ, г. Москва

Диод Шотки — это полупроводниковый прибор, в котором выпрямительный переход образован полупроводником и металлом. Эти приборы названы по имени немецкого ученого—физика В. Шотки (W. Shottky), который в конце тридцатых годов прошлого столетия исследовал такие структуры.

Полупроводником в переходе Шотки может служить кремний или арсенид галлия, однако арсенид-галлиевые диоды с большим обратным напряжением из-за технологических трудностей пока не производятся. Металлический электрод на эпитаксиальный слой полупроводника наносят методом испарения в вакууме.

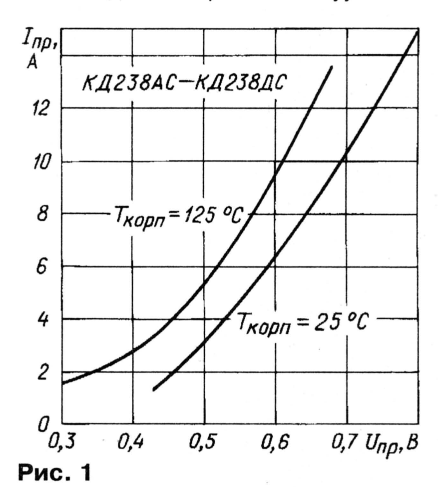


Рис. 1

Преимущества перед диодами с p-n переходом диоды Шотки проявляют наиболее ярко при выпрямлении большого тока высокой частоты. Они, во-первых, имеют меньшее прямое падение напряжения, а во-вторых, их конструкция обеспечивает принципиально лучшее отведение тепла от кристалла. Вследствие этих факторов диоды Шотки допускают существенно большую плотность прямого тока и выдерживают большие токовые перегрузки.

По мнению специалистов, одна из особенностей диода Шотки — идеальность прямой ветви ВАХ (см. книгу Пасынкова В. В., Чиркина Л. К. Полупроводниковые приборы (изд. 4-е). — М.: Высшая школа, 1987). Это позволяет использовать диоды Шотки в качестве быстродействующих логарифмирующих элементов.

Снижение прямого падения напряжения $U_{пр}$ особенно заметно у низковольтных ($U_{обр}$<40 В) диодов Шотки при работе на частоте до 500 кГц. Это хорошо иллюстрируют типовые ВАХ на **рис. 1**; характерно уменьшение прямого напряжения с увеличением температуры перехода. К сожалению, у более высоковольтных диодов это преимущество становится менее очевидным, а при $U_{обр}$>90...100 В вообще исчезает.

Еще одно важное качество диодов Шотки — отсутствие эффекта накопления избыточного заряда в области полупроводника. Поэтому времени на рассасывание этого заряда диоду Шотки не требуется. В результате и быстродействие диода при переключении оказывается более высоким, и отсутствует инверсный ток рассасывания. Все это повышает КПД выпрямителя и снижает его уровень помех.

Диоды	Максимальные значения параметров при температуре окружающей среды 25 °С			
	$I_{пр}$, А	$U_{обр}$, В	$U_{пр}$, В	$I_{обр}$, мА
КД238АС	7,5	25	0,65	1
КД238БС		35		
КД238ВС		45		
КД238ГС		50	0,7	
КД238ДС		60	0,75	
2Д252А	30	80	0,95	2
2Д252Б		100		
2Д252В	20	120		
КД268А, КД268АС	3	25	0,65	1
КД268Б, КД268БС		50	0,75	
КД268В, КД268ВС		75	0,85	
КД268Г, КД268ГС		100		
КД268Д, КД268ДС		150	0,9	
КД268Е, КД268ЕС		200		2
КД268Ж, КД268ЖС		250	0,95	
КД268И, КД268ИС		300		
КД268К, КД268КС		350	1	
КД268Л, КД268ЛС		400	1,1	3
КД269А, КД269АС	5	25	0,65	1
КД269Б, КД269БС		50	0,75	
КД269В, КД269ВС		75	0,85	
КД269Г, КД269ГС		100		
КД269Д, КД269ДС		150	0,9	
КД269Е, КД269ЕС		200		2
КД269Ж, КД269ЖС		250	0,95	
КД269И, КД269ИС		300		
КД269К, КД269КС		350	1	3
КД269Л, КД269ЛС		400	1,1	
КД270А, КД270АС	7,5	25	0,65	1
КД270Б, КД270БС		50	0,75	
КД270В, КД270ВС		75	0,85	
КД270Г, КД270ГС		100		
КД270Д, КД270ДС		150	0,9	
КД270Е, КД270ЕС		200		2
КД270Ж, КД270ЖС		250	0,95	
КД270И, КД270ИС		300		
КД270К, КД270КС		350	1	3
КД270Л, КД270ЛС		400	1,1	
КД271А, КД271АС	10	25	0,65	1
КД271Б, КД271БС		50	0,75	
КД271В, КД271ВС		75	0,85	
КД271Г, КД271ГС		100		
КД271Д, КД271ДС		150	0,9	
КД271Е, КД271ЕС		200		2
КД271Ж, КД271ЖС		250	0,95	
КД271И, КД271ИС		300		
КД271К, КД271КС		350	1	3
КД271Л, КД271ЛС		400	1,1	
КД272А, КД272АС	15	25	0,65	1
КД272Б, КД272БС		50	0,75	
КД272В, КД272ВС		75	0,85	
КД272Г, КД272ГС		100		
КД272Д, КД272ДС		150	0,9	
КД272Е, КД272ЕС		200		2
КД272Ж, КД272ЖС		250	0,95	
КД272И, КД272ИС		300		5
КД272К, КД272КС		350	1	
КД272Л, КД272ЛС		400	1,1	
КД273А	20	25	0,65	1
КД273Б		50	0,75	
КД273В		75	0,85	
КД273Г		100		
КД273Д		150	0,9	
КД273Е		200		2
КД273Ж		250	0,95	
КД273И		300		5
КД273К		350	1	
КД273Л		400	1,1	
КД278АС	5	80	0,9	1
КД278БС		100		
КД288АС	10	80	0,9	2
КД288БС		100		
КД288ВС		120	0,95	
КД2991А	60	45	0,7	50
КД2998А	30	15	0,6	20
КД2998Б		20		
КД2998В		25	0,7	
КД2998Г		35		
КД2998Д		30		
2Д2998А	30	15	0,6	20
2Д2998Б		25	0,68	
2Д2998В		30		

Определения и обозначения

$I_{пр}$ — средний выпрямленный или постоянный ток через диод (или один из диодов сборки) при заданной температуре.

$U_{обр}$ — постоянное или импульсное обратное напряжение, закрывающее диод.

$U_{пр}$ — прямое падение напряжения на открытом диоде при протекании через него максимального прямого тока.

$I_{обр}$ — обратный ток (ток утечки) через закрытый диод при заданном обратном напряжении на нем.

Максимальное значение среднего прямого тока диоды Шотки сохраняют до температуры корпуса 100°С, а затем его необходимо линейно уменьшать до нуля при $T_{корп}$=150 °С.

К недостаткам этих диодов следует отнести наличие значительного обратного тока. На **рис. 2,а** и **б** показаны типовые зависимости обратного тока $I_{обр}$ от обратного напряжения $U_{обр}$ при двух значениях температуры корпуса $T_{корп}$.

Необходимо отметить также низкую перегрузочную способность диодов Шотки по обратному напряжению. Незначительное превышение предельно допустимого значения, даже весьма кратковременное (несколько наносекунд), часто приводит к пробою прибора.

В **таблице** представлены основные справочные характеристики некоторых наиболее распространенных диодов Шотки при температуре корпуса 25 °С. Следует отметить, что эти приборы нередко выпускают как в виде одиночных диодов, например, КД268А, так и в виде сборок из двух диодов, например, КД268АС (маркировку сборок завершает буква С).

Параметры, указанные в таблице, относятся к каждому диоду сборки при условии, что второй ее диод обесточен. В случае одновременной работы обоих диодов сборки сумма средних значений их прямого тока не должна превышать указанного в столбце $I_{пр}$.

E-mail: inform@paguo.ru тел. 207-88-18
РАДИО № 4, 2001

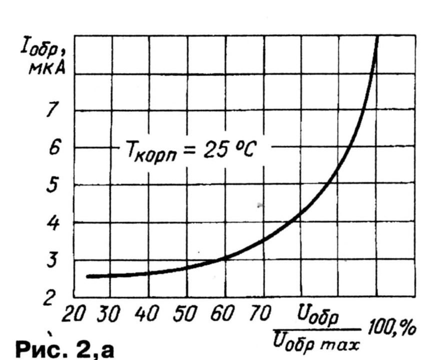


Рис. 2,а

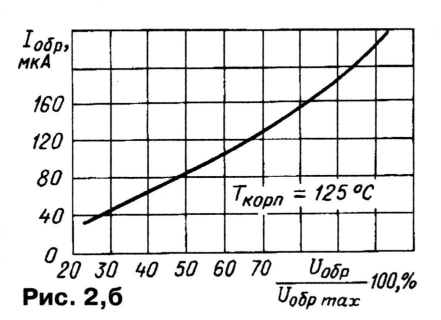


Рис. 2,б

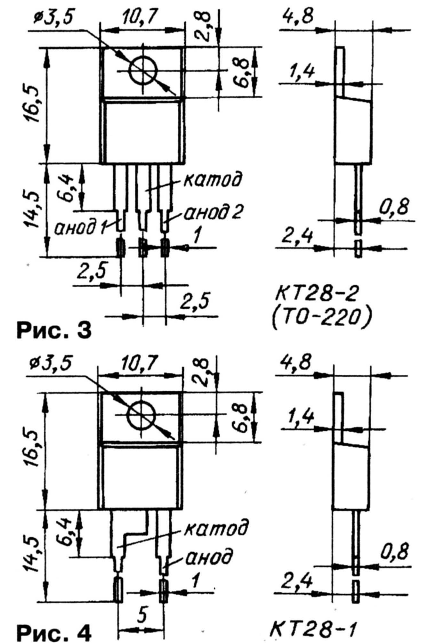


Рис. 3

Рис. 4

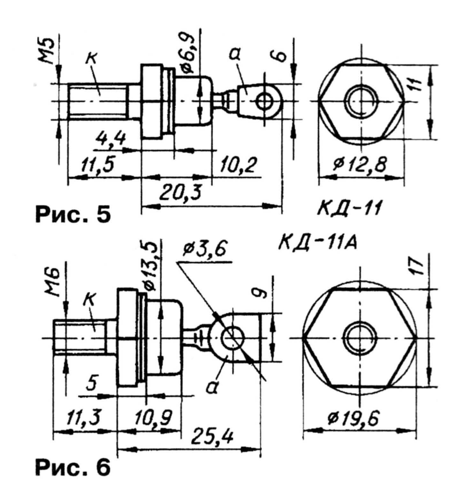


Рис. 5

Рис. 6

Диодные сборки КД238АС—КД238ДС, КД268АС—КД268ЛС, КД269АС—КД269ЛС, КД270АС—КД270ЛС, КД271АС—КД271ЛС, КД272АС—КД272ЛС, КД278АС, КД278БС, КД288АС—КД288ВС оформлены в пластмассовом корпусе с теплоотводным фланцем КТ-28-2 (**рис. 3**), диоды КД268А—КД268Л, КД269А—КД269Л, КД270А—КД270Л, КД271А—КД271Л, КД272А—КД272Л, КД273А—КД273Л — в таком же корпусе, но модифицированном — КТ-28-1 (**рис. 4**). Диоды 2Д252А—2Д252В, 2Д2998А—2Д2998В и КД2998А—КД2998Д оформлены в металлическом корпусе с крепежной резьбовой шпилькой КД-11 (**рис. 5**), а диоды 2Д2991А — в корпусе КД-11А (**рис. 6**). ■

КОНДЕНСАТОРЫ С ОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

Г. ДЕМИДЕНКО, В. ХАЕЦКИЙ, г. Санкт-Петербург

К73-56

Металлизированные полиэтилентерефталатные проходные помехоподавляющие конденсаторы К73-56 класса X предназначены для подавления индустриальных радиопомех в частотной полосе 0,15...1000 МГц. Корпус цилиндрический пластиковый, вклеен эпоксидным компаундом в цилиндрическую металлическую обойму с фланцем, снабженным двумя или тремя лепестками с крепежным отверстием каждый (**рис. 8**). Торцы залиты эпоксидным компаундом. Толщина фланца — 0,5—1 мм. Выводы — проволочные жесткие луженые.

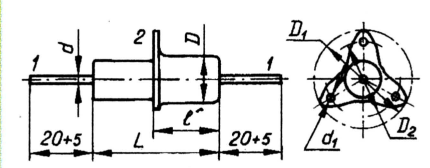


Рис. 8

Климатическое исполнение — УХЛ (см. К73-43в—К743д). Могут быть использованы взамен К73-28, КБП.

Номинальная емкость, мкФ . . . . .0,022—2,2

Номинальное постоянное напряжение, В/номинальное (эффективное) переменное напряжение (частотой 50 Гц), Вэфф 160/50; 250/127; 500/250; 1000/380; 1600/380

Номинальный сквозной ток через выводы 1—1, А 25; 40; 63

Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % . . . . ±20

Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 1 кГц 0,012

Сопротивление изоляции, ГОм, не менее, конденсаторов емкостью 0,33 мкФ и менее 6

Постоянная времени, МОм·мкФ, не менее, конденсаторов емкостью более 0,33 мкФ 2000

Испытательное напряжение, В . . . . .1,5$U_{ном}$

Рабочий температурный интервал, °С . . . .–60...+85

Наработка на отказ, ч, не менее 10000

Срок сохраняемости, лет 12

Монтажные размеры конденсаторов К73-56 сведены в **табл. 6**, а ассортимент выпускаемых конденсаторов — в **табл. 7**. Отдельные показатели изделий могут быть скорректированы. **Табл. 8** иллюстрирует характер вносимого конденсаторами затухания (измеренного по несимметричной схеме без сквозного рабочего тока при номинальном входном сопротивлении 50 Ом) в частотном интервале 0,15...1000 МГц.

Таблица 6

Число отверстий во фланце	Размеры, мм				
	D_{max}	ℓ	d_1	D_1	D_2
2	14	20	3,5	32	23*
	18			39	28*
	26	26	5,5	65	48–53*
3	18	20	4,5	36	20
	26	26		43	28

* Для фланца с двумя крепежными лепестками — расстояние между центрами отверстий.

К73-57

Металлопленочные полиэтилентерефталатные помехоподавляющие конденсаторы К73-57 класса X предназначены для подавления индустриальных помех в частотной полосе 0,15...100 МГц. Корпус пластиковый, торцы залиты эпоксидным компаундом. У конденсаторов диаметром менее 22 мм вывод проволочный жесткий луженый, а у конденсаторов диаметром 22 мм и более представляет собой резьбовую соосную шпильку М5 (**рис. 9**). Возможна и другая конструкция вывода. Крепежный элемент — он служит одновременно и вторым выводом — может быть выполнен либо в виде металличес-

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2000, № 1—3

Таблица 7

Номинальное напряжение, постоянное/переменное, В	Номинальная емкость, мкФ	Наибольшие размеры, мм, и масса конденсаторов на номинальный сквозной ток, А											
		25*				40				63			
		D	L	d	Масса, г	D	L	d	Масса, г	D	L	d	Масса, г
160/50	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	18	28	M6	55
	0,22	14	28	2	21	14	28	M4	35				
	0,47		34		25		34		40		34		60
	1	18			36	18			50				
	2,2	—	—	—	—	26			100	26			110
250/127	0,22	14	34	2	25	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,47												
500/250	0,022	14	28	2	21	14	28	M4	40	18	28	M6	55
	0,047				10				21				
	0,1		34		25	18	34		45		34		
	0,22	18	48		42		48		70		48		80
	0,47	—	—	—	—	26			120	26			120
	1						63		130		63		130
1000/380	0,1	18	34	2	36	18	34	M4	50	26	34	M6	110
	0,22	26			90	26			100		48		120
	0,47	—	—	—	—		63		130		63		130
1600/380	0,022	—	—	—	—	14	34	M4	40	18	34	M6	60
	0,047	18	34	2	36	18			50		48		80
	0,1	—	—	—	—	26			100	26			120
	0,22						63		130		63		130

* У конденсаторов на сквозной ток 25 А выводы проволочные жесткие луженые; у остальных — резьбовые шпильки.

Таблица 8

Частота, МГц	Номинальная емкость, мкФ	Вносимое затухание, дБ
0,15...0,5	1; 2,2	20
0,5...1000		30
0,5...5	0,22; 0,47	20
5...300		30
300...1000		20
10...20	0,022; 0,047; 0,1	20
20...1000		30

кого фланца с двумя отверстиями (варианты а и б) или резьбовой соосной шпильки М6 (варианты в и г).

Климатическое исполнение УХЛ (см. К73-43в—К73-43д). Можно применять взамен К75П-4, К3.

Номинальная емкость, мкФ . 0,047—4,7
Номинальное постоянное напряжение, В/номинальное переменное напряжение частотой 50 Гц, Вэфф. 250/127 500/250; 800/380; 1000/500
Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % . . . . ±20
Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 1 кГц 0,012
Сопротивление изоляции, ГОм, не менее, конденсаторов емкостью более 0,33 мкФ и менее 5
Постоянная времени, МОм·мкФ, не менее, конденсаторов емкостью более 0,33 мкФ 1000
Испытательное напряжение, В . . $1{,}5U_{ном}$

Таблица 9

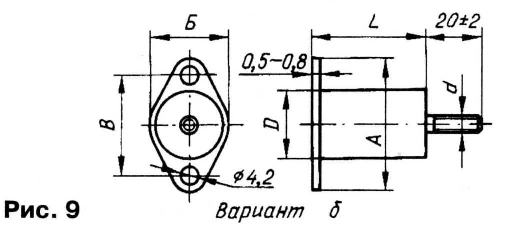
Номинальное напряжение пост./перем., В	Номинальная емкость, мкФ	Наибольшие размеры, мм						Конструктивный вариант	Масса, г
		D	L	А	Б	В	d		
250/127	0,47	15	20	35	20	25	1±0,1	а	10
	1	18		40	22	30			15
500/250	0,22	18	20	40	22	30	1±0,1	а	15
	0,47		25						18
	1	26	27	48	32	38	1±0,1/М5	а—г	36
	2,2	28	38	50	34	40			50
	4,7	38		60	44	50			80
800/380	0,1	15	20	35	20	25	1±0,1	а	10
	0,22	26	27	48	32	38	1±0,1/М5	а—в	36
	0,47		35						38
1000/500	0,047	18	20	40	22	30	1±0,1	а	15
	0,1	20	25						18
	0,22	24	32	44	28	34	1±0,1/М5	а—г	36
	0,47	28	38	50	34	40			50
	1	38		60	44	50			80

Таблица 10

Номинальное переменное напряжение, Вэфф	Номинальная емкость, мкФ	Допускаемое переменное напряжение, Вэфф, на частоте 500 Гц/1000 Гц при температуре окружающей среды, °С	
		менее +70	+70...+85
127	0,47	127/127	127/80
	1	127/80	90/60
250	0,22; 0,47	250/135	140/90
	1	170/110	120/80
	2,2; 4,7	95/65	70/45
380	0,1; 0,22	380/210	230/150
	0,47	260/170	190/125
500	0,047; 0,1	500/310	330/220
	0,22	360/230	260/170
	0,47	280/180	200/130
	1	215/140	150/100

Рабочий температурный интервал, °С . . . . –60...+85
Наработка на отказ, ч, не менее 10000
Сохраняемость, лет 12

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К73-57 представлен в **табл. 9**. Отдельные показатели изделий могут быть скорректированы. Зависимость вносимого затухания А от частоты f (измеренная по несимметричной схеме при номинальном входном сопротивлении 50 Ом) показана на **рис. 10**. Кривые здесь соответствуют конденсаторам емкостью: 1 — 4,7 мкФ; 2 — 2,2 мкФ; 3 — 1 мкФ; 4 — 0,47 мкФ; 5 — 0,22 мкФ; 6 — 0,1 мкФ; 7 — 0,047 мкФ.



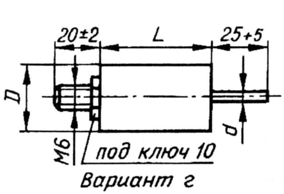


Рис. 9

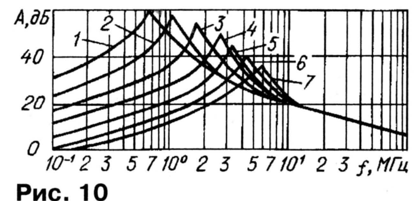


Рис. 10

E-mail: inform@paguo.ru
тел. 207-88-18

Табл. 10 показывает, насколько необходимо уменьшить номинальное напряжение на конденсаторе при частоте 500 Гц и повышенной температуре окружающей среды.

К73-59

Металлопленочные полиэтилентерефталатные помехоподавляющие конденсаторы К73-59 предназначены для подавления радиопомех в частотной полосе 0,01...100 МГц в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока, а также для систем зажигания автотракторного оборудования. Корпус прямоугольный пластмассовый (**рис. 11**). Один из выводов одновременно играет роль крепежного "заземляемого"

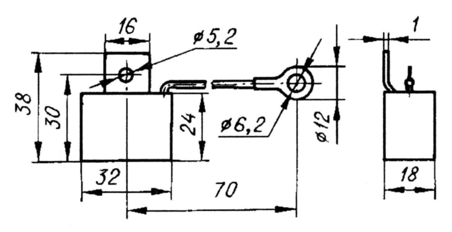


Рис. 11

элемента и выполнен в виде жесткого лепестка прямоугольной формы с отверстием под винт М5. Второй вывод — гибкий проводник с наконечником под винт М6.

Климатическое исполнение — В (УХЛ плюс дополнительные требования, в частности, по грибоустойчивости). Масса — не более 30 г.

Номинальная емкость, мкФ 2,2
Номинальное напряжение, В 160
Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % . . . . ±20
Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 1 кГц 0,012
Постоянная времени, МОм·мкФ,не менее 2000
Испытательное напряжение, В . . . .$1{,}5U_{ном}$
Рабочий температурный интервал, °С . . . . –60...+100
Наработка на отказ, ч, не менее 10000
Срок сохраняемости, лет 8

Отдельные показатели конденсатора могут быть скорректированы.

К73-61

Фольговые полиэтилентерефталатные конденсаторы К73-61 предназначены для работы в пусковой аппаратуре люминесцентных ламп дневного света. Изолированы полимерной липкой лентой, торцы залиты эпоксидным компаундом. Выводы — проволочные жесткие луженые однонаправленные (**рис. 12**).

Климатическое исполнение — УХЛ (см. К73-43в — К73-43д). Масса — не более 1 г.

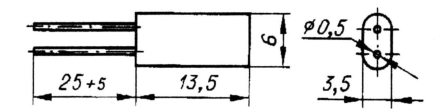


Рис. 12

Номинальная емкость, пФ 1200
Номинальное постоянное напряжение, В/номинальное переменное напряжение частотой 50 Гц, Вэфф 1000/250
Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % . . . . ±20
Тангенс угла диэлектрических потерь, не более, на частоте 1 кГц 0,06
Сопротивление изоляции, ГОм, не менее 10
Испытательное постоянное напряжение, кВ 3,5
Рабочий температурный интервал,°С . . . .–60...+85
Наработка на отказ, ч, не менее 10000
Срок сохраняемости, лет 12

По согласованию с заказчиком возможно изготовление конденсаторов К73-61 с другими значениями номинальной емкости (до 0,022 мкФ).

К73-62

Металлопленочные полиэтилентерефталатные конденсаторы К73-62 предназначены для индивидуального корректирования коэффициента мощности электрических трансформаторов и дросселей люминесцентных ламп в электросетях с частотой 50 и 60 Гц, а также работы в пусковых узлах однофазных и трехфазных электродвигателей.

Изолированы липкой лентой, торцы залиты эпоксидным компаундом; выводы — изолированные гибкие многопроволочные луженые, разнонаправленные и однонаправленные (**рис. 13**). Сечение выводов — 0,5 мм^2

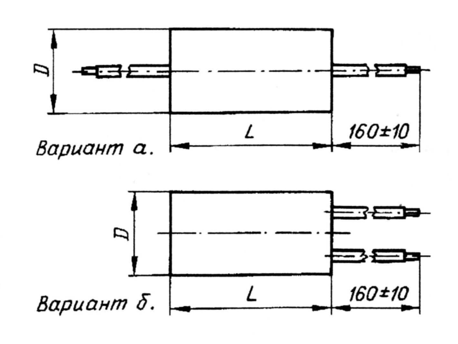


Рис. 13

для конденсаторов диаметром D≤60 мм и 0,75 мм^2 — диаметром 80 мм. Конденсаторы варианта а могут содержать встроенный разрядный резистор сопротивлением 1 МОм.

Климатическое исполнение — УХЛ (см. К73-43в—К73-43д).

Номинальная емкость, мкФ . . . . .1—30
Номинальное переменное напряжение частотой 50...60 Гц, Вэфф 250; 450
Допускаемое отклонение емкости от номинального значения, % . . . . ±4; ±5;±10
Тангенс угла диэлектрических потерь, не более (на частоте 1 кГц) 0,012
Постоянная времени, МОм·мкФ, не менее 2000
Рабочий температурный интервал, °С . . . .–60...+70
Наработка на отказ, ч, не менее 10000
Сохраняемость, лет 12

Таблица 11

Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Размеры наибольшие, мм: D	Размеры наибольшие, мм: L	Масса наибольшая, г
250	1	12	44	12
	1,6	15		14
	2	17		18
	2,5	19		23
	3	20		24
	3,5	21		26
	4		60	40
	5	22		42
	6	24		48
	7	26		60
	8	28		74
	9	30		90
	10	32		100
	12	34		115
	14	36		120
	16	32	80	130
	18	34		160
	20	36		180
	25	40		200
	30	45		230
450	1	17	60	30
	1,6	20		36
	2	22		42
	2,5	24		48
	3	26		60
	3,5	28		65
	3,75	29		70
	4	30		90
	4,4	32		100
	5	34		115
	5,9	36		120
	6			
	7	34	80	160
	7,2			
	7,8	36		180
	8			
	8,7	38		190
	9			
	10	40		200

Ассортимент выпускаемых конденсаторов К73-62 представлен в **табл. 11**.■

Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: novice@paguo.ru

"КОСМОС" В КОРОЛЕВЕ

В конце января подмосковный г. Королев принимал финалистов XXIX Всероссийского конкурса "Космос", который проводится ежегодно. Его организатор — Всероссийское Аэрокосмическое Общество (ВАКО) "Союз", возглавляемое летчиком-космонавтом Героем Советского Союза Александром Александровичем Серебровым.

На конкурс прибыло несколько сотен ребят и руководителей кружков из многих городов России, даже таких удаленных от центра, как Киров, Нальчик, Урай Тюменской обл., Железногорск Красноярского края, Ковдор Мурманской обл. Они привезли с собой созданные ими действующие модели ракет, радиоуправляемых НЛО, ракетных комплексов, ракетопланов, планетоходов, а также множество описаний интересных теоретических разработок.

Желающих продемонстрировать свои работы и защитить проекты перед компетентным жюри (а среди его членов были кандидаты и доктора технических, физико-математических, медицинских, географических и других наук, заведующие лабораторий ракетно-космического моделирования, судьи республиканской категории, заслуженные мастера спорта) оказалось настолько много, что обсуждение трудов юных участников конкурса проводилось в одиннадцати секциях по определенным направлениям. И впервые появилась новая секция — "Электроника, автоматика и телеметрия". В ее работе приняли участие представители редакции журнала "Радио" и радиолаборатории ЦТТУ (Центр технического творчества учащихся) Минобразования РФ.

Организаторами конкурса была разработана система оценок творчества юных конструкторов, которая учитывала идею, заложенную в ту или иную разработку, ее новизну и актуальность, уровень проработки (сложность конструкции и использование современных компонентов), внешний вид. По количеству набранных баллов (максимум 100) определялась награда, которой достоин автор представленной работы.



Летчик-космонавт Герой России А. Лазуткин с делегацией тульского клуба НТТМ "Электрон" (слева — директор клуба Л. Д. Пономарев).

А теперь коротко о наиболее интересных конструкциях, рассмотренных на заседаниях "электронной" секции.

"Продуктивность памяти" — так назван прибор, над созданием которого трудились Николай Хлебцов и Андрей Суздалев из г. Тулы, занимающиеся в хорошо знакомом читателям нашего журнала клубе "Электрон" и радиокружке 22-й школы города. Известно, что кратковременной памятью должны обладать люди многих профессий и, прежде всего, космонавты. Для исследования и тренировки такой памяти нужен электронный прибор. О нем и шел разговор на секции.

С помощью такого прибора можно определить процент продуктивности запоминания. Делается это так: испытуемому показывают в течение короткого отрезка времени восемь различных символов (или картинок), расположенных на табло в определенном порядке. Его нужно запомнить, а затем воспроизвести. Чем меньше при этом будет допущено ошибок, тем больше процент продуктивности запоминания.



Николай Федоров со своей моделью.

Хотя прибор достаточно сложен по схеме (25 микросхем, не считая большого числа транзисторов и других элементов), пользоваться им весьма просто.

Николай Хлебцов рассказал и о другом интересном приборе, разработанном в школьном кружке. Назвал он его весьма загадочно — "Астрологический тестер". Известно, что ученые-астрологи связывают характер человека со знаком Зодиака, под которым он родился. Они определили объединения таких знаков, состоящие из четырех групп — по три знака в каждой.

Не вдаваясь в азы астрологии, заметим, что люди, родившиеся под любым знаком одной и той же группы, подходят друг другу, меньше конфликтуют, работают более слаженно. А это особенно важно при подборе коллектива специалистов для работы на космическом корабле. "Астрологический тестер" поможет в решении таких задач.

Работы тульских умельцев оценены дипломами лауреатов конкурса "Космос".

Таким же дипломом отмечена разработка Михаила Погольши и Александра Ефремова из Старой Руссы Новгородской обл. — радиоуправляемая модель неопознанного летающего объекта (НЛО). Внешне она напоминает "летающую тарелку", внутри которой смонтированы радиоприемник и автомат управления полетом. По сигналу с передатчика включаются двигатели и "тарелка" взлетает. Дистанционное управление позволяет оператору находиться на безопасном расстоянии от модели.

После взлета модели с помощью радиосигналов можно включать и выключать бортовые прожекторы, что особенно эффектно при запусках в темное время суток.

Лауреатом конкурса стал и шестиклассник Николай Федоров из г. Новомосковска Тульской обл. Его разработка — "Дистанционная система управления малогабаритными пусковыми установками". Система обеспечивает безопасность при запуске ракет, позволяет задавать им определенную траекторию полета.

... Несколько ракет укрепляют на пусковой площадке, расположенной на самоходке либо на модели автомобиля. Далее с помощью дистанционной системы управления самоходку выводят на стартовую позицию, разворачивают в заданном направлении и поднимают пусковую площадку на определенный угол либо устанавливают строго вертикально. Подавая сигналы с пульта управления, запускают ракеты поочередно либо все вместе.

Этапы управления установкой можно контролировать по загорающимся светодиодам, смонтированным на ней.

Следует добавить, что подобная автоматика использована в ракетном моделировании впервые.

"Кто будет первым на Марсе" — так назвали свою разработку Василий Краснов и Александр Шапошников из г. Сарова Нижегородской обл. Она более похожа на увлекательную игру, которой, по мнению ребят, могут воспользоваться космонавты во время отдыха. Более того, прибор способен определить скорость реакции игрока и даже развивать ее. Игра выполнена по оригинальной схеме, содержит 8 микросхем, 23 транзистора и 22 сигнальные лампы.

Играют двое, каждый из них управляет "траекторией полета космического корабля", нажимая на "свою" кнопку. Рядом с кнопкой расположена сигнальная лампа, периодически вспыхивающая примерно на пол-секунды. В этот момент и нужно успеть нажать на кнопку. Успел — "корабль" переместится на одну ступень в сторону "Марса". Опоздал — он возвратится на исходную позицию. Всего девять удачных нажатий — и "корабль" достигнет "Марса". Авторы этой разработки получили первый поощрительный приз.

Второй такой приз завоевали туляки Евгений Кульков и Андрей Иванов за создание прибора — "Психотренажер". В последнее время все большей популярностью пользуется аутотренинг (ауто — сам, тренинг — тренировка). Особенно он необходим тем, кто работает в экстремальных условиях, например, космонавтам. Способности и возможности, приобретаемые в результате занятий аутогенной тренировкой, поистине огромны: человек может заменить восьмичасовой сон сорокапятиминутным отдыхом, у него развивается исключительное внимание, феноменальная память, способность "выключать" боль, выдерживать лютые морозы.

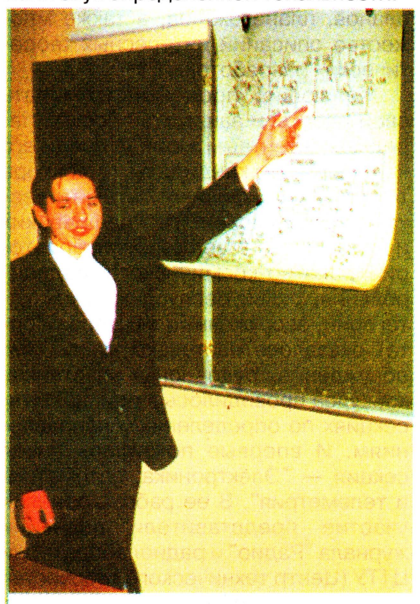
Прибор разрабатывался кружковцами совместно со специалистами-медиками и стал, по сути дела, "оружием" психолога, под наблюдением которого желательно проводить тренировки.

Думается, что нашим читателям будут интересны некоторые подробности использования прибора на практике. Поэтому расскажем об этом подробнее.

Разработчики прибора использовали важный факт, доказанный учеными-психологами: у человека при душевном волнении и мобилизации сил сопротивление кожи рук мало, а в спокойном состоянии и погружении в сон оно возрастает. Это так называемая "кожно-гальваническая реакция" (КГР).

Зная сопротивление кожи рук пациента, специалисту нетрудно определить его эмоциональное состояние в данный момент. Кстати, по этому принципу работает "детектор лжи". Частота генератора ЗЧ, установленного в нем, зависит от значения КГР кистей рук или ступней ног. Чем выше сопротивление участков кожи, тем ниже тональность звука.

В основе тульского психотренажера применен генератор ЗЧ, который управляется измерительным мостом. К одному из плеч моста подключены электроды, закрепляемые на кисти левой руки. Мост балансируют таким образом, чтобы головные телефоны издавали звук определенной тональности.



Идет защита работы (Евгений Кульков, г. Тула).



Игровой тренажер (г. Тула, клуб "Электрон").

Далее начинается сеанс самовнушения, тональность звука постепенно уменьшается, и вскоре звук пропадает. Значит, сопротивление кисти руки возросло. Фиксируют продолжительность сеанса. С каждой последующей тренировкой она должна уменьшаться. По прошествии некоторого времени можно научиться быстро засыпать и восстанавливать свои силы.

На конкурсе был учрежден один оригинальный приз — зрительских симпатий. Жюри секции электроники присудило его десятикласснику Игорю Макарову (г. Самара). Он выступил с сообщением об уникальных работах на одной из кафедр Самарского Государственного аэрокосмического университета, в которых ему довелось принимать участие. Речь идет об исследовании виброакустических характеристик объектов с помощью созданного на кафедре так называемого "спектр-интерферометра". Он помогает проводить резонансные испытания пластин материалов, которые предполагается использовать при постройке космического корабля, и определять наиболее "бесшумные" из них. А проблема шумопонижения — одна из актуальнейших. При испытаниях применяется компьютер, на экране монитора которого можно наблюдать интерферограммы и производить необходимые расчеты.

Создаваемая на кафедре переносная аппаратура позволит исследовать на месте работающие крупногабаритные агрегаты и машины, выявлять наиболее шумящие узлы с целью их модернизации.

На конкурс были представлены и другие интересные "электронные" проекты — стенд для измерения характеристик модельных ракетных двигателей, устройство лазерного дистанционного управления, модель автоматического планетохода и такая же конструкция с управлением ИК-лучами. Все это внушает уверенность, что на следующем, юбилейном, конкурсе электронных приборов и устройств будет значительно больше.

Б. ИВАНОВ,
спец. корр. журнала "Радио"

ЭЛЕКТРОННАЯ ИГРОТЕКА

И. ПОТАЧИН, г. Фокино Брянской обл.

Как показывает практика, электронные игры всегда привлекают внимание детей дошкольного и младшего школьного возраста. О некоторых подобных устройствах, которые нетрудно повторить в радиокружке или дома с родителями — радиолюбителями, рассказывается в предлагаемой статье.

На страницах журнала "Радио" в [1, 2] были помещены описания электронных игр "Электронная кость" (кубика) и "Электронный барабан" (по типу "Поля чудес"). Предлагаю свои варианты таких конструкций, обладающие дополнительной функцией — автоматическим отключением питания. Причем игры можно выполнить в виде раздельного устройства управления и подключаемых к нему через разъемы приставок.

Схемы устройства управления (узел А1) и первого варианта "кубика" (узел А2) приведены на **рис. 1**. Устройство управления состоит из мультивибратора (элементы DD1.3, DD1.4), триггера Шмитта (элементы DD1.1, DD1.2) и ключа на транзисторе VT1.

При нажатии на кнопку SB1 "Пуск" конденсаторы С1 и С2 быстро заряжаются через резистор R3 до напряжения источника питания GB1. При этом на выходе триггера Шмитта (вывод 4 элемента DD1.2) появляется низкий логический уровень, который открывает транзистор VT1, и напряжение питания поступает через разъем X1 на узел А2. Одновременно запускается мультивибратор, выходные импульсы которого, следующие с частотой примерно 10 Гц, поступают на пьезоизлучатель BQ1, а также через разъем X2 — на счетный вход микросхемы DD2. Совместно с элементами 4ИЛИ-НЕ (при показанном на схеме соединении входных выводов они работают в режиме 3ИЛИ-НЕ) микросхемы DD3 она выполняет функцию дешифратора (правильнее, наверное, будет сказать шифратора, поскольку происходит преобразование одиночных импульсов в коды чисел "электронной кости"), управляющего включением соответствующих светодиодов (HL1—HL7) через согласующие транзисторы VT2 — VT5. Пока нажата кнопка, светодиоды быстро мигают, создавая вместе со звуками пьезоизлучателя эффект "перекатывания" кубика.

После отпускания кнопки конденсатор С1 начнет разряжаться через резистор R2, напряжение на левом по схеме выводе резистора R5 будет увеличиваться по отношению к общему проводу, а частота мультивибратора постепенно уменьшаться. Медленнее будут следовать звуковые сигналы и вспышки светодиодов.

Через 2...3 с мультивибратор "остановится", звучание пьезоизлучателя прекратится, останутся включенными один или несколько светодиодов — в зависимости от "выпавшего числа".

При последующих нажатиях на кнопку операция "бросания" кубика будет повторяться. Если же на кнопку больше не нажимать, конденсатор С2 разрядится через резистор R1 примерно за 15 с, триггер переключится и на его выходе появится высокий логический уровень. Транзистор VT1 закроется, устройство А2 обесточится, светодиоды погаснут. Блок управления перейдет в дежурный режим, потребляемый от источника питания ток снизится почти до 30 мкА.

"Электронную кость" (узел А2) можно упростить, исключив микросхему DD3 (**рис. 2**). Теперь фунции элементов 3ИЛИ-НЕ выполняют диоды VD2 — VD4 и VD5—VD7 совместо с резисторами R10 и R11 соответственно. Если на аноде любого из трех в группе диодов будет присутствовать высокий логический уровень, то такой же уровень появится и на базе соответствующего транзистора. А когда на тройке диодов окажется низкий логический уровень, закроется соответствующая пара транзисторов (VT2, VT3 или VT4, VT5).

В остальном логика работы этого варианта аналогична предыдущему.

Другой узел, подключаемый к устройству управления, — "электронный барабан" (**рис. 3**). Принцип его работы аналогичен заложенному в конструкцию, описанную в [2]. Но данный вариант отличается увеличенным вдвое числом светодиодов при минимальном усложнении устройства.

Когда на "барабан" поступают импульсы с устройства управления, на одном из десяти выходов счетчика DD2 поочередно появляется высокий логический уровень, который открывает один из транзисторов VT2—VT11. В его эмиттерную цепь включен не один светодиод, как в исходном варианте, а два. Из каждой пары левые по схеме и правые светодиоды объединены в группы. Транзистор VT12 управляет включением левых светодиодов, а VT13 — правых. Базы этих транзисторов подключены к выходам счетного D-триггера DD3.

При подаче напряжения питания на выходах триггера могут произвольно установиться два разных логических уровня: если на одном будет низкий, на другом — высокий, и наоборот. Транзистор, соединенный с выходом, на котором низкий уровень, подключит соответствующую группу светодиодов к общему проводу.

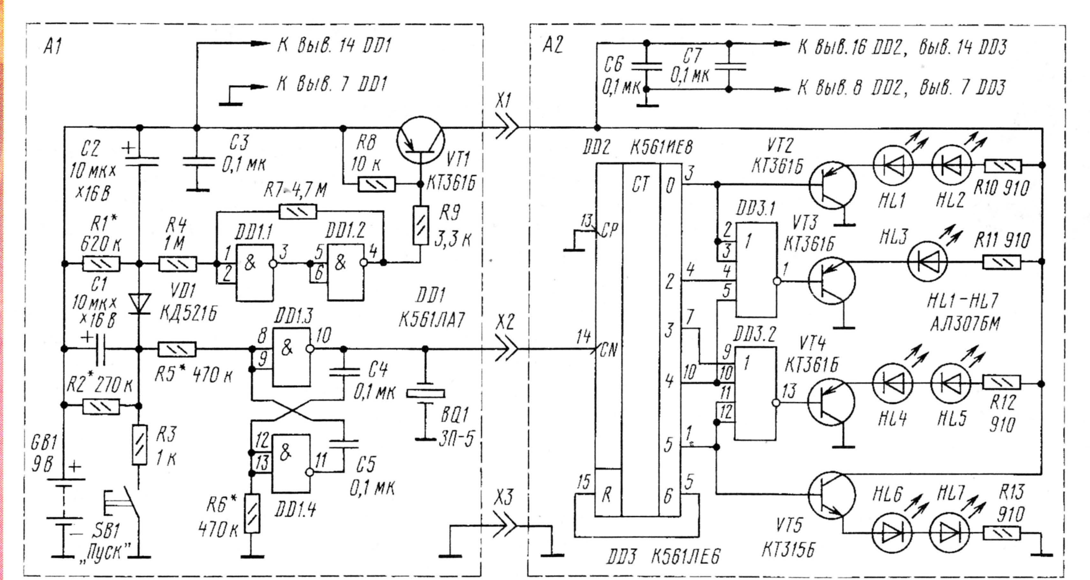


Рис. 1

Пока счетчик DD2 работает, поочередно зажигаются светодиоды данной группы. После дешифрации десятого импульса на его выводе 3 появится высокий логический уровень, который переведет триггер в другое состояние, открывающее второй управляющий транзистор. Теперь будут зажигаться светодиоды другой группы.

Введение триггера и двух управляющих транзисторов позволило увеличить число светодиодов и улучшить "плавность вращения" барабана.

Когда кнопка в управляющем устройстве будет отпущена, частота переключения светодиодов начнет замедляться и вскоре останется включенным только один из них.

Следует учесть, что с выходом 2 счетчика соединен вывод 4, с выходом 3 — вывод 7, с 4 — 10, с 5 — 1, с 6 — 5, с 7 — 6, с 8 — 9.

Светодиоды "электронной кости" можно разместить на корпусе устройства в соответствии с **рис. 4,а**, а "электронного барабана" — в соответствии с **рис. 4,б**.

Примененные в устройствах микросхемы можно заменить аналогичными серий К176, К564, КР1561. Вместо К561ЛА7 допустимо использовать К561ЛЕ5, К561ЛН2, а вместо К561ИЕ8 — К561ИЕ9. Транзисторы — любые маломощные соответствующей структуры, например, КТ361, КТ3107, КТ315, КТ3102. Диоды — серий КД521, КД522, Д220, Д223 и другие аналогичные. Светодиоды — любые из серии АЛ307. Пьезоизлучатель, кроме указанного на схеме, — ЗП-1, ЗП-2 или аналогичный. Кнопка SB1 — П2К без фиксации положения.

Выполнена игротека в трех корпусах (**рис. 5**). "Игровые приставки" соединяют с управляющим устройством либо отдельными одноконтактными разъемами, либо одним многоконтактным, самодельным или промышленным.

Монтаж деталей выполняют на плате из изоляционного материала навесным способом, но допустимо воспользоваться печатным монтажом на плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Блокировочные конденсаторы С3, С6, С7 припаивают непосредственно к выводам питания микросхем.

При налаживании устройства управления желаемую частоту генерации мультивибратора устанавливают подбором резисторов R5, R6, продолжительность генерации — подбором резистора R2, а длительность нахождения устройства в рабочем состоянии — подбором резистора R1.

Как известно, пьезоизлучатель обладает заметной емкостью, искажающей фронты счетных импульсов. Если это скажется на работе микросхемы DD2 в приставках (она перестанет считать), можно подключить верхний по схеме вывод пьезоизлучателя к выводу 11 микросхемы DD1 либо использовать буферный каскад на транзисторе. В этом варианте допустимо использовать вместо пьезоизлучателя динамическую головку,

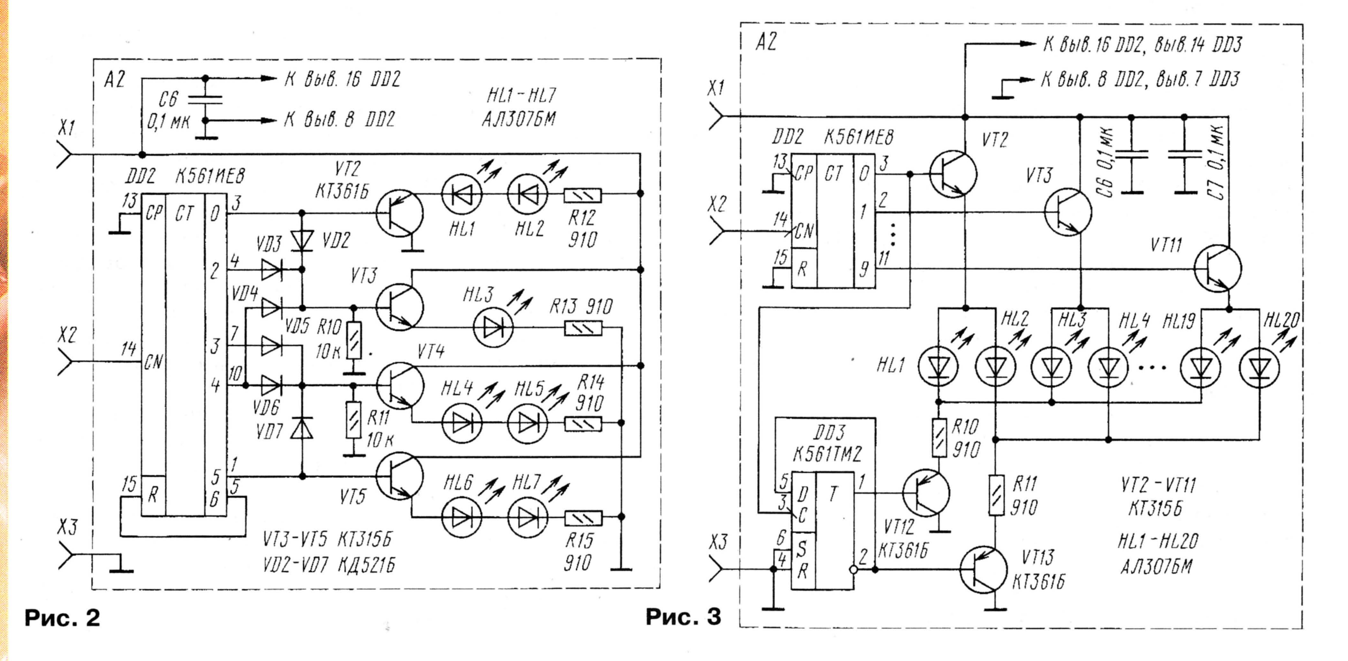


Рис. 2

Рис. 3

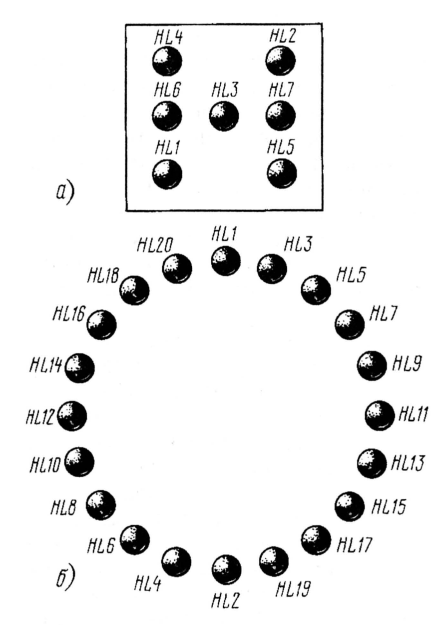


Рис. 4

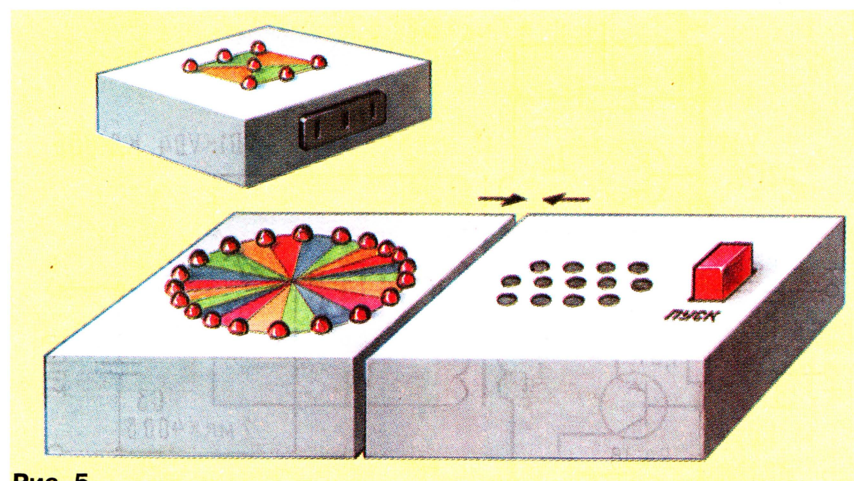


Рис. 5

что повысит громкость звука, но увеличит потребляемый ток от источника питания.

Используя данное устройство управления, нетрудно изготовить к нему и другие игровые приставки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Банников В.** Электронная "кость". — Радио, 1998, № 1, с. 34, 35.

2. **Серков С.** Электронный "барабан". — Радио, 1999, № 3, с. 50.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

В. ПОЛЯКОВ, г. Москва

В радиолюбительской практике иногда требуется получить из одного постоянного напряжения другое. Например, обеспечить питание радиоприемника, плейера напряжением 3 В от 12-вольтовой аккумуляторной батареи, подать постоянное напряжение 300...400 В на счетчик в бытовом дозиметре, работающем от "Кроны", либо получить переменное напряжение 127...220 В для питания электробритвы в автомобиле. Если в первом примере можно решить проблему с помощью гасящих резисторов или делителей напряжения, то в остальных случаях понадобится преобразователь напряжения.

Преобразователи напряжения выполняют по схеме, приведенной на **рис. 1**. Входное напряжение $U_{вх}$ питает генератор, вырабатывающий переменное напряжение, чаще всего прямоугольной формы, или импульсное. Затем следует трансформатор, повышающий напряжение до необходимой величины. В преобразователе, скажем, для электробритвы, этим все и заканчивается, но если нужно постоянное выходное напряжение $U_{вых}$, то устанавливают выпрямитель. Часть выпрямленного напряжения может использоваться для управления параметрами генератора, а значит, стабилизации работы преобразователя.

Различных типов преобразователей очень много, но всегда стремятся получить максимальный КПД, чтобы не расходовать зря энергию питающих батарей или аккумуляторов.

Преобразователи постоянного напряжения в постоянное (DC-DC конвертеры).

Первые преобразователи напряжения появились задолго до широкого внедрения полупроводников, еще в эпоху ламповой техники. Если нить накала лампы можно было питать от аккумулятора напряжением 2...12 В, то для питания анодных цепей требовалось высокое (60...300 В) постоянное напряжение. Вместо дорогих и громоздких анодных батарей часто использовали механические преобразователи напряжения. Их было два вида: умформер, представляющий собой связанные одним валом электромотор и генератор, и вибропреобразователь — относительно маломощное устройство с вибрирующим якорем, на котором закреплялись контакты, переключавшие полярность входного постоянного напряжения и превращавшие его в переменное.

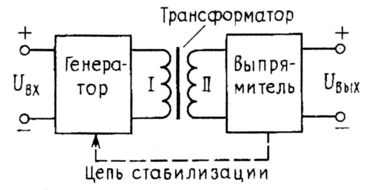


Рис. 1

Недостатки вибропреобразователя очевидны — быстрый механический износ контактов, искрение и громкий звук, издаваемый при работе. Как только появились транзисторы достаточной мощности, на них стали строить генераторы, отказавшись от применения вибропреобразователей.

Важно отметить, что на идеальных контактах никакой мощности не рассеивается: при замкнутых контактах ток через них протекает, но напряжение на контактах равно нулю. Когда же контакты разомкнуты, ток через них равен нулю.

Желательно, чтобы и транзисторы работали в таком же режиме, который называется ключевым. Транзистор должен быстро открываться до насыщения и также быстро и полностью закрываться. Тогда рассеиваемая на нем мощность будет небольшой, а КПД всего преобразователя — максимальным.

"Классический" двухтактный автогенераторный преобразователь.

Один из лучших вариантов его схемы (**рис. 2**) позволяет соединить коллекторы транзисторов с общим проводом, т. е. устанавливать транзисторы на шасси без изоляции, чтобы оно и служило радиатором (вывод коллектора большинства мощных транзисторов соединен с корпусом).

Плюсовое напряжение низковольтного источника подается на

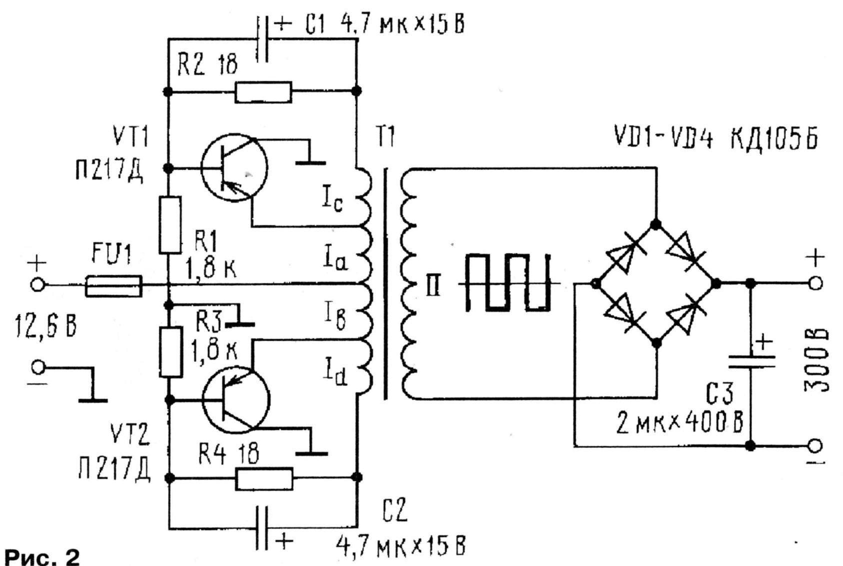


Рис. 2

эмиттеры транзисторов через секции I_a и I_b симметричной первичной обмотки. Для возбуждения колебаний служат дополнительные секции обратной связи I_c и I_d, через которые протекает только относительно небольшой базовый ток транзисторов.

Делители напряжения R1R2 и R3R4 подают на базы транзисторов небольшое начальное смещение, обеспечивающее "запуск" преобразователя. Конденсаторы C1 и C2 ускоряют процесс переключения, повышая КПД преобразователя.

Любопытно, что после запуска резисторы R1 и R3 можно отключить — преобразователь продолжит работу и даже несколько возрастет КПД. В некоторых конструкциях делают специальную кнопку запуска, подключающую один из резисторов только при "старте". Преобразователь с кнопкой не боится коротких замыканий на выходе: колебания срываются, и ток через транзисторы не протекает, поскольку нет напряжения смещения.

Легко видеть, что каждое плечо преобразователя является автогенератором, собранным по схеме индуктивной трехточки. Действительно, переменное напряжение с верхнего (по схеме) вывода секции I_c приложено к базе транзистора VT1 и повторяется (с коэффициентом передачи чуть меньше единицы) на эмиттере. Затем оно увеличивается автотрансформатором, образованным секциями I_a и I_c. Коэффициент передачи по петле обратной связи оказывается больше единицы, что и требуется для возбуждения колебаний. Аналогично работает и нижнее плечо с транзистором VT2.

Работу преобразователя можно пояснить и по-другому. После включения питания через транзисторы начинает протекать ток. Пусть, в силу случайных причин, через транзистор VT1 он окажется немного больше. Тогда из-за индуктивного сопротивления секции I_a напряжение на эмиттере упадет, а на базе упадет еще больше, поскольку к ней приложено еще и напряжение с секции I_c. Напряжение на базе окажется минусовым по отношению к эмиттеру, и транзистор откроется еще сильнее. Лавинообразное падение напряжения на эмиттере приведет к полному открыванию (насыщению) транзистора VT1 и к полному закрыванию транзистора VT2, поскольку к его базе будет приложено плюсовое напряжение относительно эмиттера, индуцированное в секции I_d.

Такое состояние будет продолжаться, формируя плоскую вершину импульса, пока нарастающий ток через секцию I_a не введет магнитопровод трансформатора в насыщение. Тогда наведенные в секциях ЭДС резко уменьшатся, транзистор VT1 выйдет из насыщения, а VT2, напротив, откроется. Возникший лавинообразный процесс переключения приведет к полному закрыванию транзистора VT1 и насыщению VT2, при этом будет формироваться вторая полуволна прямоугольного напряжения.

Повышенное напряжение с обмотки II трансформатора выпрямляется мостом из диодов VD1—VD4 и сглаживается конденсатором C3. При указанных на рис. 2 номиналах элементов преобразователь развивает мощность около 20 Вт. Транзисторы П217 (с любым индексом) можно заменить более современными КТ814, увеличив сопротивления резисторов R2 и R4 до 51—68 Ом.

Трансформатор T1 намотан на двух сложенных вместе кольцах К31х18х7 из феррита 2000 НМ. Секции I_a и I_b первичной обмотки содержат по 23 витка провода ПЭЛ 0,8, I_c и I_d — по 4 витка ПЭЛ 0,44. Обмотка II имеет 560 витков провода ПЭЛШО 0,25. Частота генерации получилась около 4 кГц, ток, потребляемый преобразователем на холостом ходу, не превосходит 0,25 А.

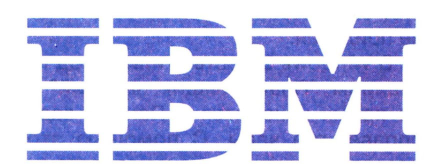
(Окончание следует)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ — ВНОВЬ НА ВВЦ!

Всероссийский выставочный центр при поддержке Правительства Москвы и Международного движения научно-технического досуга проводит 24—27 мая 2001 г. Фестиваль научно-технического творчества молодежи НТТМ-2001 Москвы и Московской области. Это будет первый этап в подготовке к международной выставке "Экспо-Наука-2003", которая будет проходить в Москве.

В программе Фестиваля — научно-технические и тематические проекты и разработки высших учебных заведений, домов и центров НТТМ, творчество детских научных клубов, представление победителей олимпиад среди учащихся, а также работ призеров научно-технических конкурсов, которые проводят популярные журналы. В рамках Фестиваля пройдут встречи с учеными и космонавтами, обсуждение новых форм научно-технического досуга.

По итогам этого Фестиваля состоится награждение участников дипломами и знаками ВВЦ. Лучшие работы будут рекомендованы для участия в международной выставке "Экспо-Наука-2001", которая осенью пройдет в Гренобле (Франция). Журнал "Радио" является информационным спонсором этого Фестиваля и примет участие в его работе по теме "Радиолюбительское движение среди детей и молодежи". ■





IBM PC — первое знакомство

А. ЛОМОВ, г. Москва

ЧАСТЬ 11. ПРОЙДИТЕ "ТЕХОСМОТР"!

Порядок не может быть вечным, созданным раз и навсегда, — второе начало термодинамики напоминает нам, что все процессы в реальной жизни происходят с увеличением энтропии, или, говоря проще, хаоса. А поэтому, хотим мы того или нет, всякий мало-мальски сложный механизм должен периодически подвергаться плановому обслуживанию. В противном случае даже какая-нибудь мелкая неполадка может со временем перерасти в серьезную проблему, способную вывести систему из строя.

Не являются исключением и компьютеры — они также должны проходить "техосмотр". Если к этому отнестись добросовестно, то с машиной можно будет работать годами.

ПЛАН ПЯТИЛЕТКИ

Все плановые "техосмотры" компьютера, за редким исключением, сводятся к обслуживанию "**винчестера**" — основного хранилища информации. Самой банальной "болезнью" является образование на "винчестере" так называемых **потерянных цепочек** — фрагментов данных, не "оформленных" в виде файлов и не учтенных операционной системой в таблице FAT. Как правило, такие фрагменты порождаются при разнообразных сбоях в работе программ или при неправильном выключении компьютера. В некоторых потерянных цепочках может находиться полезная информация, но на 99 % они не содержат ничего ценного для вас. Поэтому, если вы точно знаете, что сами ничего не теряли, их можно уничтожать "без суда и следствия". Когда же такой уверенности нет, нужно преобразовать потерянные цепочки в "**законопослушные**" файлы, а затем ознакомиться с ними и при необходимости извлечь для себя нужную информацию. Если с потерянными фрагментами ничего не делать, это со временем может привести к заметному засорению диска, что уже куда серьезнее.

Кстати, имейте в виду: даже если в потерянных цепочках вы не обнаружили ничего из того, что может представлять для вас ценность, и удалили их, то это не пройдет для компьютера бесследно. Дело в том, что удаленные цепочки принадлежали тем или иным программам, которые после такой "операции" могут работать с ошибками или вовсе перестанут запускаться. Правда, программ на вашем "винчестере" может быть две-три тысячи (сама Windows содержит их в своем составе не одну сотню), и пока вы наткнетесь на такую сбойную программу, может пройти немало времени.

Но частые неприятности типа неожиданного пропадания сетевого напряжения или выключения компьютера до того, как система проинформирует вас надписью на экране, разрешающей это сделать, приведут к увеличению количества таких программ и спустя некоторое время вы начнете на них натыкаться. Выход из этого, увы, один — **переустановить операционную систему** и все используемые вами программы, а это при отсутствии должного опыта отнимает немало сил и времени. Поэтому рекомендую использовать для защиты компьютера от пропадания сетевого напряжения специально разработанные **источники бесперебойного питания**, а также никогда не спешить выключать машину до того, как Windows проделает все необходимые в этом случае операции и не сообщит о допустимости выключения.

Длинные имена, не связанные ни с одним из файлов, — одна из "стандартных" дисковых "болезней". Они остаются в FAT, как правило, при сохранении под новыми именами существующих файлов с помощью устаревших программ для DOS или Windows 3.1 в процессе их работы под управлением операционных систем Windows 95/98. В малых количествах опасности они не представляют, но изобилие потерянных имен, понятно, ни к чему хорошему не приведет.

Напасть несколько иного толка — **временные файлы** и **файлы резервных копий**, которые создаются многими программами для текущей работы, но зачастую по "забывчивости" последних не удаляются, оставаясь на диске отнюдь не временно. Такие файлы легко узнать по расширениям типа TMP, ~MP, BAK, OLD, 000 и т. д. Как правило, ничего ценного для нас с вами в них нет, и единственно полезным действием над ними является их удаление. Вреда как такового они не несут, но отнимают у "винчестера" драгоценные байты, которых и так не хватает.

В процессе интенсивного и частого копирования, удаления и перемещения файлов физическое размещение информации на "винчестере" приходит в полный беспорядок. Отдельные "куски" одного файла могут быть рассеянны по всей поверхности диска и операционной системе, чтобы открыть этот файл, приходится долго собирать "в кучу" все то, что к нему относится. Подобная "разбросанность" файлов и директорий называется **фрагментацией**. Если диск сильно фрагментирован, быстродействие машины существенно снижается. Обратный процесс — **дефрагментация** — позволяет разместить данные стройно и последовательно, тем самым вернув машине былую прыть.

И совсем уж "антиобщественное" явление — **компьютерные вирусы**. Это программы, чаще всего очень короткие, написанные программистами достаточно высокой квалификации специально для того, чтобы причинить компьютеру вред. Какую цель преследуют вирусописатели, — вопрос, скорее, к психиатрам, но тем не менее факт остается фактом: эти программы есть, и для своей маскировки они используют зачастую очень и очень изощренные механизмы.

Года три-четыре назад вирусы не заражали ничего, кроме исполняемых файлов (*.COM, *.EXE). Потом появились так называемые **макровирусы**, которые, пользуясь встроенными **макроязыками** таких программ, как Word и Excel, "научились" портить документы, создаваемые с их помощью. И совсем уже новый класс программ-паразитов, сформировавшийся с приходом Интернета, — вирусы, заражающие

HTML-документы, а также их разновидности, использующие для своих противоправных действий такие технологии, как Java, JavaScript и VBScript, широко применяемые для создания Web-страниц. На сегодня известно около 30000 вирусов, и каждую неделю эта "коллекция" пополняется сотней новых. Обо всем этом мы еще поговорим, а пока познакомимся с календарем планового обслуживания компьютера, из которого видно, какие процедуры и когда желательно производить.

Советую вырезать эту табличку и приклеить к корпусу компьютера. И помните: лучше поздно, чем никогда!

КАЛЕНДАРЬ ПЛАНОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ "ВИНЧЕСТЕРА"	
Процедура	**Частота проведения**
Общая проверка (на потерянные цепочки, длинные имена и т. п.)	Раз в неделю, а также после каждого аварийного завершения работы
Удаление временных файлов	Раз в неделю, а также после каждого аварийного завершения работы
Дефрагментация	По мере необходимости
Детальная проверка поверхности	Раз в месяц
Антивирусная проверка	Раз в месяц, а также по мере получения со стороны новых программ и файлов

ПРИСТУПИМ...

Проверку на потерянные цепочки и длинные имена возьмет на себя программа ScanDisk. Ее можно найти в главном меню, пролистав папку "Программы", затем "Стандартные", далее "Служебные программы", ярлык "Проверка диска (ScanDisk)". Запустив эту программу, из списка в верхней части следует выбрать те диски, которые нужно подвергнуть обслуживанию, а в средней рамке с заголовком "Проверка" указать опцию "Стандартная" и после этого нажать на кнопку "Запуск".

С помощью этой же программы можно осуществлять и детальную проверку поверхности "винчестера" — для этого в рамке "Проверка" нужно вместо радиокнопки "Стандартная" активизировать опцию "Полная". Заметим, что полная проверка может занять от 5 до 15 минут, в зависимости от объема жесткого диска и быстродействия процессора. Естественно, при проведении полной проверки производить стандартную нет надобности.

На первых порах лучше установить "галочку" и напротив надписи "Исправлять ошибки автоматически" в нижней части окна ScanDisk (это касается всех видов проверки), чтобы программа не задавала лишних вопросов. Когда будете поопытнее, эту "галочку" можно будет снять, чтобы корректировать действия ScanDisk, обеспечивая наилучший результат ее работы.

Перед первым запуском проверки рекомендую нажать на кнопку "Дополнительно", чтобы установить некоторые параметры программы ScanDisk. Желательно активизировать следующие радиокнопки: "Выводить итоговые результаты только при наличии ошибок", "Не вести протокол", "Делать копии", "Потерянные цепочки освобождать". Флажки лучше сделать активными все без исключения (их там три).

Большинство временных файлов находится в подкаталоге TEMP системной папки Windows, так что, если надумаете заняться удалением "мусора", в первую очередь обращайтесь туда. Помимо того, такие файлы могут встречаться и в других каталогах, так что имеет смысл поискать их по расширению (для этого в Windows нажмите на кнопку "Пуск", войдите в меню "Поиск" и выберите пункт "Файлы и папки"). В Windows 98 для избавления от ненужного хлама есть специальная утилита — Disk Cleanup Wizard. Ее вызывают из меню "Программы", затем "Стандартные", далее "Служебные программы", пункт "Очистка диска".

Дефрагментировать "винчестер" можно, пользуясь утилитой Defrag, ярлык к которой находится в главном меню "форточек" — там же, где ScanDisk и Disk Cleanup Wizard. Пиктограмма имеет подпись "Дефрагментация диска" (Defrag).

Запустив эту утилиту, нужно, как и в случае со ScanDisk, выбрать диски, которые требуется оптимизировать. Для удобства в списке есть пункт "Все жесткие диски". Нажав после этого на кнопку "ОК", вы получите окно, где будет отображаться информация о том, сколько процентов дискового пространства уже оптимизировано. Если в этом окне нажать на кнопку "Сведения", вашему взору предстанет более наглядная картина процесса. Кстати говоря, программа Defrag может рекомендовать отказаться от процедуры дефрагментации, если, по ее мнению, "винчестер" не слишком фрагментирован. В этом случае есть смысл согласиться с этим предложением. Вообще же запускать Defrag стоит не реже раза в месяц, т. е., согласно нашему календарю, после каждого запуска ScanDisk в режиме полной проверки.

По умолчанию в Defrag установлены наилучшие, на мой взгляд, опции, так что, скорее всего, менять вам ничего не придется.

В Windows 98 есть утилита под названием "Планировщик заданий" — ее ярлык находится в Панели задач справа, где часы. С помощью этой программы можно раз и навсегда составить расписание процедур "техосмотра", в результате чего нужные утилиты будут запускаться автоматически без малейшего вмешательства со стороны.

А вот об **антивирусной проверке** придется поговорить особо. Для борьбы с компьютерными паразитами существуют специальные программы — антивирусы, но в комплекте поставки Windows вы их не найдете. Дело в том, что новые вирусы плодятся с завидной скоростью, и разработчикам операционных систем за ними просто не уследить. Те антивирусные технологии, которые были хороши год назад, сегодня могут иметь чуть ли не нулевую эффективность.

Разработкой антивирусов занимаются независимые фирмы. Предпочтение лучше отдать отечественным продуктам, поскольку, несмотря на повальное увлечение сетью Интернет, в нашей стране царят в основном паразиты "местного розлива". Наиболее эффективными являются антивирусы Doctor Web (автор Игорь Данилов, Санкт-Петербургская антивирусная лаборатория) и AVP — Antiviral Toolkit Pro (автор Евгений Касперский, фирма "Лаборатория Касперского"). Последние их версии уничтожают все известные типы вирусов, причем обновления выходят весьма оперативно.

Регулярно обновляйте свой антивирус! Обновления антивирусов Doctor Web и AVP выходят чаще, чем раз в месяц. Проверяйте антивирусом все, что поступает извне — программы, файлы документов... Даже чистые дискеты могут содержать вирус — существуют паразиты, обживающие загрузочные сектора носителей. Даже если вы ничего не устанавливали на свою машину за последний месяц — проверьте ее на вирус еще раз, для профилактики, особенно работая с Интернетом или другими сетями.

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ

Ну вот, пожалуй, и все, о чем я хотел поведать вам. Теперь для вас, дорогие читатели, открыты все двери в компьютерный мир — сложный, интересный, многомерный... Смело идите вперед, в ногу с прогрессом, самостоятельно открывая все новые и новые секреты. Хочется верить, что с теми знаниями, которые вы почерпнули из нашего цикла, вы не будете ощущать себя чужими в этом удивительном мире. ■

РАДИО о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Ответственный редактор Степанов Б. Г.
тел. 207-68-89
E-mail: kw-ukw@paguo.ru
connect@paguo.ru

НА БОРТУ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ...



Появление в радиолюбительском эфире Международной космической станции было с энтузиазмом воспринято коротковолновиками всего мира. О том, что представляет собой бортовой комплекс МКС, предназначенный для любительской радиосвязи с Землей, и как он будет развиваться, рассказывает руководитель этого проекта, сотрудник Ракетно-космической корпорации "Энергия".

Надо сразу сказать, что решение об установке на Международную космическую станцию системы радиолюбительской связи было принято непросто, но все же с меньшими трудностями, чем для орбитального комплекса "Мир" — космическая радиолюбительская дорожка была уже проторена. В январе 1995 г. в РКК "Энергия" был утвержден эскизный проект по средствам психологической поддержки экипажа, в котором имелся раздел, посвященный комплексу аппаратуры для связи на любительских УКВ диапазонах 144, 432 и 1296 МГц, а таже на КВ диапазонах 14, 21 и 28 МГц. Этот комплекс получил название "Спутник-СМ". Он был разработан для проведения связи по дополнительному неслужебному каналу между экипажем и радиолюбительскими (в том числе автоматическими) наземными станциями, а также для использования этого канала как аварийного при возникновении нештатной ситуации вне зоны видимости ЦУП или при выходе из строя штатной системы связи. При разработке комплекса ставилась задача обеспечить:

— обмен информацией в голосовом режиме;

— межкомпьютерный обмен информацией;

— независимый аварийный канал связи вне зон радиовидимости ЦУП (в том числе и на служебных частотах);

— обмен информацией в режиме телевидения с медленной разверткой (SSTV).

Часть оборудования системы "Спутник-СМ" была установлена на российский служебный модуль "Звезда" еще на Земле. Этот модуль представляет собой прямой конструктивный аналог основного модуля ОК "Мир", поэтому, естественно, что аппаратура любительской радиосвязи будет находиться в том же месте, что и на станции "Мир" (**рис. 1**). От нее четыре 50-омных высокочастотных кабеля проходят внутри модуля и через четыре герметичных разъема выходят на внешнюю оболочку станции. На концах кабеля установлены специальные разъемы для работы в открытом космосе (EVA), закрепленные на специальной установочной плите. На внешней оболочке модуля имеются четыре поручня, предназначенных для крепления к ним антенных систем.

Штатный комплект бортовой аппаратуры для любительской радиосвязи и четыре антенные системы будут доставлены на борт МКС "грузовиком". Антенны будут расположены на цилиндрической поверхности модуля под углом 90° друг к другу. Они имеют на концах питающих фидеров специальные разъемы, позволяющие при работе в скафандре провести их соединение с разъемами, которые установлены на корпусе модуля, и надежную фиксацию этого соединения.

Внутреннее оборудование включает в свой состав радиостанцию, пакетный контроллер, преобразователь питания. Последний необходим для питания 12-вольтовой аппаратуры любительской радиосвязи от бортовой сети напряжением 28 В.

По первоначальным планам на борту МКС предполагалось использовать комплект аппаратуры "SAREX". Он был изготовлен американскими радиолюбителями для "Шаттлов". Несмотря на некоторые недостатки, этот комплект аппаратуры имел одно явное преимущество. Он много раз использовался в космических полетах, что существенно облегчало его сертификацию для МКС. Предполагалась такая последовательность действий. Комплект аппаратуры "SAREX" размещается в служебном модуле. Затем

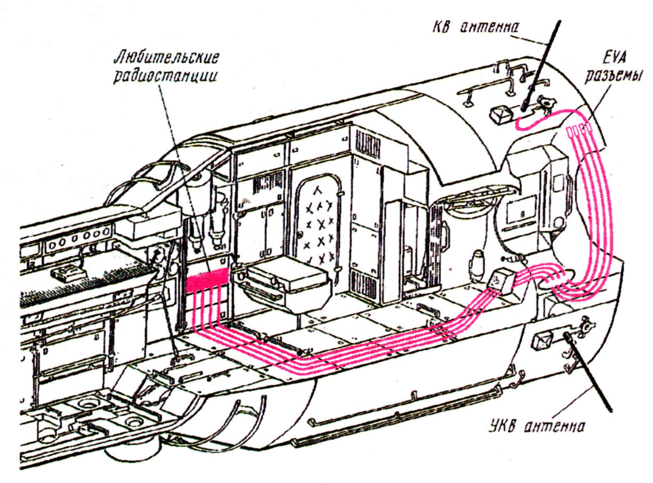


Рис. 1

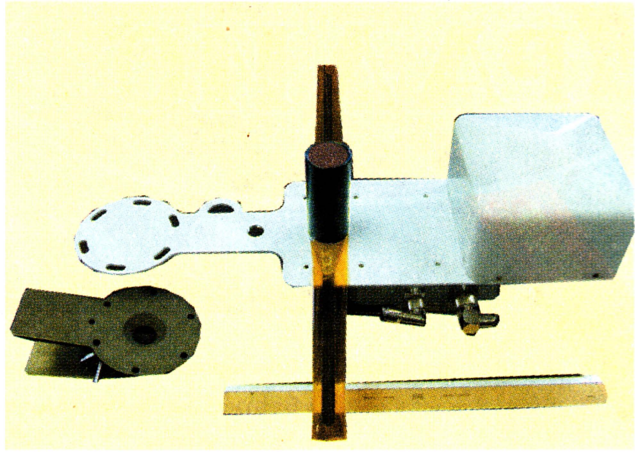


Рис. 3

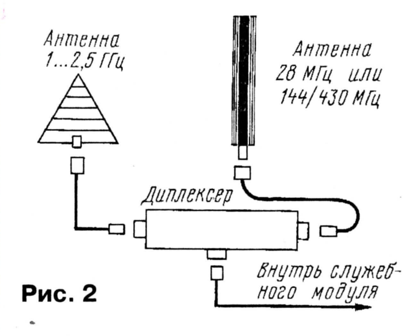


Рис. 2

во время одного из выходов в открытый космос (только во время третьей постоянной экспедиции МКС-3) устанавливаются антенны и начинается работа в эфире.

Но эти планы изменила инициатива первого основного экипажа (МКС-1), в который были включены Сергей Крикалев (U5MIR), Юрий Гидзенко и Вилл Шеппарта (KD5GSL). Они настояли, чтобы уже в их полете была возможность проведения радиолюбительских связей. Был проработан вопрос о возможности установки аппаратуры "SAREX" и подключения ее к штатным антеннам модуля функционально-грузового блока "Заря", который в это время уже находился на орбите. Оказалось, что антенны телеметрической системы "Сириус" (использовалась только при выводе блока на орбиту) достаточно широкополосны и имеют приемлемый КСВ (менее 2) в любительском диапазоне 2 метра. Иными словами, их можно было вполне использовать как временные до установки штатных антенн для любительской радиосвязи. "В темпе" была выпущена соответствующая техническая документация, разработана методика временной установки оборудования в блоке "Заря". Мы даже успели провести тренировки экипажей. В результате через несколько дней после прилета на международную станцию основной экипаж (МКС-1) в свое свободное время развернул радиолюбительскую систему и вышел в эфир 13 декабря 2000 г. В настоящее время космическая радиолюбительская станция имеет статус станции коллективного пользования РКК "Энергия" и использует позывной RS0ISS.

Расскажем подробнее о том, какое оборудование для любительской связи уже установлено и какое планируется установить на МКС.

Внешний вид оборудования, которое сегодня используется на МКС, приведен на фото, опубликованном в январском номере журнала "Радио" за этот год (с. 5). Оно включает в себя две носимые радиостанции "Ericsson" на диапазоны 144 и 432 МГц, пакетный контроллер PicoPacket с PMS на 64 К, преобразователь питания и гарнитуры. Радиостанция имеет мощность в антенне около 5 Вт. Выходной сигнал разделяется на две антенны, расположенные на противоположных плоскостях цилиндрической поверхности модуля "Заря". Радиостанции эти профессиональные, поэтому на дисплее у них отображается не рабочая частота, а номер канала. Все параметры каждого канала (номинал частоты, сдвиг прием/передача и т. д.) запрограммированы на Земле и изменить их на борту нельзя. К сожалению, PMS не воспринимает кириллицу, поэтому сообщения для экипажа надо писать буквами латинского алфавита.

Летом этого года во время одного из выходов в космос экипажа (МКС-3) планируется установить на концевой части цилиндрической поверхности служебного модуля четыре антенные системы. Каждая из них состоит из антенны на полосу частот 1...2,5 ГГц, штыревой КВ или УКВ антенны и диплексера (**рис. 2**). Антенная система крепится к поручню на внешней стороне станции с помощью "прищепки", и питающий ее кабель по торцевой части модуля пройдет к месту, где установлены герморазъемы. Три антенные системы будут одинаковые (СВЧ антенна и антенна на диапазоны 144 и 432 МГц), а четвертая отличаться тем, что вместо УКВ антенны будет установлена антенна на диапазон 10 метров. Внешний вид антенной системы показан на **рис. 3**. На плате с одной стороны установлена СВЧ антенна (логопериодическая, закрыта защитным колпаком), по центру — УКВ или КВ антенна (на фото видны только элемент крепления штыря и противовесы) и "прищепка". Под платой находится диплексер.

Следует подчеркнуть, что при разработке системы любительской радиосвязи для МКС предполагалось, что она будет со временем развиваться. Так четыре высокочастотных кабеля, выходящие на внешнюю поверхность модуля, позволят подключить до четырех радиостанций, работающих на разных диапазонах. Как уже отмечалось, установка антенн запланирована на лето этого года. Космонавты из состава третьей экспедиции уже провели тренировки в гидробассейне, отрабатывая эту операцию.

В настоящее время в РКК "Энергия" рассматривается проект 2-го этапа установки оборудования. Хотелось, чтобы это оборудование было не хуже того, что было установлено и отработано на ОК"Мир". В этом нам очень помогли наши старые друзья из фирмы "БЕРМОС". Они в свое время поддержали аппаратурой радиолюбительский проект на орбитальном комплексе "Мир", помогают и сейчас: предложили установить борту МКС современную радиостанцию фирмы KENWOOD. На ОК "Мир" уже использовались и хорошо себя зарекомендовали радиостанции этой фирмы TM-V7 и TM733. Новая радиостанция имеет встроенный пакетный контроллер на скорость 1200/9600 кб и с PMS на 120 К. И даже сообщения можно посылать кириллицей! Будем надеяться, что нам удастся ее установить на МКС.

Запланировано также освоение и ATV. Не исключены и другие проекты — мы ждем предложений радиолюбителей, интересующихся космической радиосвязью. Предложения можно направлять по адресу: аб. ящ. 73, г. Королев-10, Московская обл., 141080.

Сергей САМБУРОВ (RV3DR)

СОРЕВНОВАНИЯ

Мемориал "ПОБЕДА-56"

В этом году мемориал "Победа" будет проходить с 6 UTC 5 мая до 20 UTC 9 мая (первый тур) и 21 UTC 12 мая до 21 UTC 13 мая (второй тур — CQ-M CONTEST). Торжественное открытие состоится 5 мая в 5 UTC на частотах 7050 и 14130 кГц, а 8 мая в 8 UTC на этих же частотах пройдет "Вахта памяти". Виды работы — CW и SSB, рабочие диапазоны — все КВ (кроме WARC). Повторные связи засчитываются в разных турах, а внутри каждого тура — на разных диапазонах.

Ветеранам Великой Отечественной войны, труженикам тыла и мемориальным радиостанциям в зачет идут все QSO, и за каждую из них они получают 1 очко. Все остальные участники мемориала связи могут проводить только с ветеранами войны и тружениками тыла (5 очков за QSO), а также с мемориальными станциями (1 очко). Наблюдатели фиксируют двусторонние связи, проведенные с ветеранами войны, тружениками тыла и с мемориальными станциями. Повторные наблюдения по любому из двух позывных на одном и том же диапазоне внутри тура не засчитываются.

Дипломом "Победа-56" будут награждены все радиолюбители, приславшие отчет и установившие определенное число связей: мемориальные радиостанции — 1000, коллективные радиостанции — 60, индивидуальные радиостанции 1—3-й категорий — 60, индивидуальные радиостанции 4-й категории — 15, наблюдательские коллективные пункты — 200, наблюдатели — 60, операторы мемориальных радиостанций — 500, операторы коллективных радиостанций — 60, операторы наблюдательских коллективных пунктов — 60. Ветераны войны и труженики тыла будут отмечены дипломами независимо от числа проведенных ими связей. Чтобы получить диплом на домашний адрес, надо вместе с отчетом прислать конверт ("большой" — чтобы вошел диплом формата А4) с написанным на нем адресом. В конверт вкладывают марки на сумму, необходимую для оплаты пересылки диплома.

Отчет об участии в мемориале "Победа-56" надо выслать не позднее 15 июня 2001 г. UA3ZK по адресу: 309296, Белгородская обл., г. Щебекино, аб. ящ. 6, Крыганову В. А.

По многолетней традиции призами журнала "Радио" будут отмечены владельцы индивидуальных радиостанций, показавшие лучшие результаты среди ветеранов войны и среди остальных участников.

CQ-M CONTEST

Соревнования будут проходить с 21 UTC 12 мая до 21 UTC 13 мая 2001 г. на всех КВ диапазонах (кроме WARC) и через ИСЗ. Связи через ИСЗ в многодиапазонном зачете засчитываются как QSO на отдельном диапазоне. Повторные QSO разрешены на разных диапазонах. Виды работы: CW, SSB, SSTV. Зачетные подгруппы: SOSB (отдельно CW, SSB, MIXED, SAT), SOMB (отдельно CW, SSB, MIXED, QRP), MOMB (только MIXED), SWL (все диапазоны, MIXED), ветераны войны (все диапазоны, MIXED), SSTV (все диапазоны, MO и SO), радиостанции мемориала "Победа" (MOST, MIXED). В QRP подгруппе (мощность до 5 Вт PEP) зачет только MIXED, а участники должны передавать вместе с позывным .../QRP. В многодиапазонном зачете для смены диапазонов действует правило "10 минут". Контрольные номера состоят из RS(T,V) и порядкового номера связи, начиная с 001. За связи внутри страны (список диплома Р-150С) начисляется 1 очко, внутри континента — 2 очка, с другими континентами — 3 очка. Каждая страна дает 1 очко для множителя на каждом диапазоне. Наблюдатели получают 1 очко, если приняты оба позывных и один из контрольных номеров, и 3 очка, если приняты оба позывных и оба контрольных номера. Отчеты с пометкой на конверте "Соревнования CQ-M" надо выслать не позднее 1 июля 2001 г. по адресу: 123459, Москва, Походный проезд, д. 23, ЦРК РФ. При подготовке этой информации использованы "Информационные материалы ЦРК РФ имени Э. Т. Кренкеля" (выпуск № 1, январь 2001 г.).

RSGB CONTEST — 2001

Во второй половине года пройдут следующие международные соревнования по радиосвязи на коротких волнах, которые организует RSGB (Великобритания):

7 октября — RSGB 21/28 MHZ CONTEST (7—19 UTC, SSB);

21 октября — RSGB 21/28 MHZ CONTEST (7—19 UTC, CW);

17—18 ноября — RSGB SECOND 1.8 MHZ CONTEST (21—1 UTC, CW).

Отчеты за все эти соревнования не позднее чем через 15 дней после их окончания надо направлять по адресу: G3UFY, Bensham Manor Road, Thornton Heath, Surrey CR7 7AF, England. "Электронные" отчеты надо выслать по адресу hf.contests@rsgb.org.uk . Их выполняют в виде двух файлов с именами соответственно yourcall.sum (обобщающий лист) и yourcall.log (данные о связях). Здесь yourcall обозначает позывной участника (например, ru3ax.sum и ru3ax.log). Файлы посылают как присоединенные (attachment) к сопровождающему их письму. Включать отчет в тело письма нельзя. При составлении отчета можно использовать только ASCII символы.

RSGB также проводит IOTA CONTEST. Он состоится 29—30 июля (12-12 UTC, CW и SSB). Отчеты за этот контест надо направить до 1 сентября 2001 г. по адресу: RSGB IOTA CONTEST, P.O. Box 9, Potters Bar, Herts, EN6 3RH, England. "Электронные" отчеты за IOTA CONTEST высылают в тот же адрес, что и за остальные соревнования RSGB (см. выше).

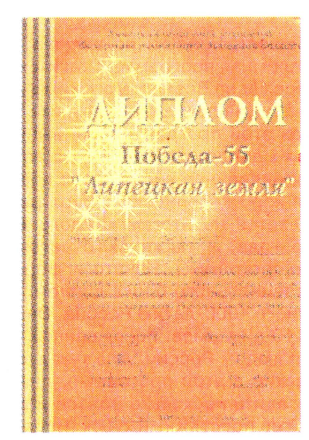
Соревнования RSGB обычно проходят по традиционным положениям, но есть информация, что в этом году в положение о IOTA CONTEST могут быть внесены некоторые изменения. Положения о всех этих соревнованиях детально изложены на сайте контест-комитета RSGB http://www.g4tsh.demon.co.uk/HFCC/.

ДИПЛОМЫ

"Черняховский И. Д." Чтобы получить этот диплом, надо набрать число очков, соответствующее числу лет, прошедших с победоносного завершения Великой Отечественной войны. Связи с радиостанциями Черняховского района Калининградской области и с Воронежской областью дают по 5 очков, с остальными радиостанциями Калининградской области – по 3 очка. По 10 очков дают связи со следующими радиолюбителями — ветеранами войны: U1QB, U2FN (SK в 1988 г.), U3FA, U2FM, LY2NM, U3BP, U3DB, U3VP, U3EL, U3HB, U3QC, U3FI, U3DE, U3DF, U5UG, U5CF. В зачет идут связи, установленные на любом диапазоне любым видом работы начиная с 1 января 1986 г. При выполнении условий диплома только на диапазоне 160 метров очки за связи утраиваются. Радиолюбителям – ветеранам войны диплом выдается за пять связей (одна из них – с г. Черняховском). При работе на УКВ достаточно провести две связи с Калининградской и/или Воронежской областями. Заявку и оплату диплома (почтовый перевод на сумму 10 руб.) надо направлять U2FA по адресу: 238150, Калининградская обл., г. Черняховск, аб. ящ. 4, Гнездилову Василию Васильевичу. Наблюдателям этот диплом выдается на аналогичных условиях.



"Победа-55. Липецкая земля". Этот диплом могут получить те, кто в период с 1 по 9 мая 2000 г. установил связи со специальными радиостанциями UE3GAA и UE3GAB. Условия выдачи диплома – связи с обеими радиостанциями или связи с любой одной из них и с двумя любыми радиостанциями Липецкой области (в этот же период). Заверенную выписку из аппаратного журнала и оплату диплома надо направлять председателю дипломной комиссии Мазаеву Игорю Борисовичу (UA3GCO) по адресу: 398016, г. Липецк-16, аб. ящ. 843. Оплата диплома для соискателей из России — почтовые марки на сумму 20 руб., из стран СНГ— 3 IRC.



"Украина". Этот диплом учрежден Лигой радиолюбителей Украины. Его выдают за QSO со всеми 27 территориальными образованиями Украины: 24 области, автономная республика Крым, города Киев и Севастополь. В зачет идут связи на всех КВ (включая WARC) и УКВ диапазонах начиная с 1 января 1994 года. Диплом выдается за CW, SSB, DIGITAL и MIXED QSO. Соиска-

телям из Украины необходимо установить связи с каждым территориальным образо-

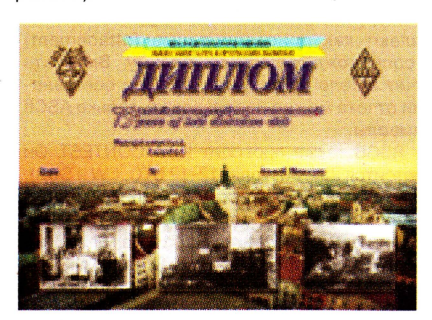


ванием на трех любых диапазонах, из Европы — на двух любых диапазонах, а из других континентов — на любых диапазонах. При выполнении условий диплома только на диапазоне 160 метров необходимо провести по две радиосвязи с каждым территориальным образованием. При выполнении условий диплома на УКВ или через ИСЗ необходимо провести по одной радиосвязи с каждым территориальным образованием. Стоимость диплома для соискателей из стран СНГ— 2 IRC или эквивалент 1 USD по официальному банковскому курсу на момент отправки заявки; для радиолюбителей других стран — 10 IRC или 5 USD. Заявку, заверенную двумя коротковолновиками, и оплату диплома высылают менеджеру дипломной службы ЛРУ Г. С. Игнатову (UT1HT) по адресу: 39621, Украина, г. Кременчуг-21, аб. ящ. 87.

"Путешественникам по волнам эфира". Дипломная программа с таким названием учреждена Военно-Морским флотом России при участии еженедельника "Век". В рамках этой программы уже выпущено несколько дипломов, каждый из которых дает определенное число очков в личный рейтинг коротковолновика. Этот рейтинг определяется по итогам каждого календарного года, а также включается топ-рейтинг программы. Начато и формирование специального блока дипломов, посвященного 1000-летию России. Он объединит 110 дипломов, посвященных выдающимся людям России. Для тех, кто примет участие в этой программе, планируется учредить несколько призов и завершающий ее престижный кубок. Например, московская компания "Диалог — Конверсия" уже выделила переходящий кубок. Его получит коротковолновик с наиболее высоким рейтингом по итогам 2001 года. Эта дипломная программа, включая текущее состояние рейтинга,освещается еженедельником "Век". Менеджер дипломной программы — Михаил Ефимов (RU3AU). Контактный адрес: 125171, Москва, аб. ящ. 3. E-mail: **efimov@yachtsman.org** . В мае этого года в Москве в Фонде культуры г. Москвы (проспект Мира, д. 41, корпус 1) пройдет выставка "Дипломы и награды национальной программы "Путешествия по волнам эфира". Дополнительную информацию о сроках проведения этой выставки можно получить у RU3AU.

"CQ Millennium Award". Чтобы получить этот диплом, необходимо в период с 1 января по 31 декабря этого года (время — по Гринвичу) выполнить условия любого одного из четырех дипломов журнала "CQ" — USA-CA, CQ DX, CQ WPX, WAZ. Принципиальных отличий положения о "CQ Millennium Award" от стандартных положений об исходных дипломах два — не надо иметь на руках карточки за связи, приведенные в заявке, и для дипломов, имеющих ограничения по диапазонам, эти ограничения не действуют. Заявку (выписка из аппаратного журнала) оформляют по стандартным для соответствующих дипломов правилам. Она должна поступить до 31 марта 2002 г. Оплата диплома для соискателей вне США - 12 USD. Объявлено также (пока без подробностей), что те, кто выполнит условия нескольких дипломов или совершит почти невозможное (выполнит условия всех четырех дипломов), будут отмечены дополнительно.

"75 лет Львовскому клубу коротковолновиков". Чтобы получить этот диплом, надо в период с 1 января по 31 декабря 2001 г. набрать 75 очков. Связи с экспедицией на гору Говерла (EM70DXG, июнь 2000 г.) и с юбилейной станцией EM75W (декабрь с. г.) дают по 25 очков; с UR4WWE и с иностранными членами клуба — по 10 очков; с радиолюбителями Львовской обл. — по 3 очка. Иностранные члены клуба: G3PTN, RU3DX — UR3WDX, VA3UA, UR0UL, KK4WW — US5WUS, KK4WWW — US5WMV, N0ISL — UR5WJD, K2JV, SP8NFE — UR5WHA. За QSO, проведенные в декабре 2001 г., очки удваиваются. В зачет идут связи, установленные любым видом работы на любом диапазоне. С каждой радиостанцией засчитывается не более трех QSO (повторные — на разных диапазонах или другим видом работы).



Оплата за диплом (включая стоимость почтовых затрат): 3 IRC (2 USD или их эквивалент). Заявку (выписка из аппаратного журнала) и оплату надо выслать до 31 марта 2002 г. по адресу: Сергей Кривохиж (UR5WAN), аб. ящ. 2071, Львов, 79040, Украина.

WAC. Деление мира на континенты по списку диплома WAC используется во многих соревнованиях по радиосвязи на КВ. Для большинства стран и территорий их расположение по континентам очевидно, но в некоторых случаях возникают вопросы. Ответы на них дает следующая информация учредителя диплома — Международного радиолюбительского союза. К Северной Америке IARU относит Greenland (OX), Panama (HP); к Южной Америке — Trinidad и Tobago (9Y), Aruba (P4), Curacao и Bonaire (PJ2-4), Easter Island (CE0); к Океании — Minami Torishima (JD1), Philippines (DU), Eastern Malaysia (9M6-8), Indonesia (YB); к Азии — Ogasawara Islands (JD1), Maldives (8Q), Socotra Island (7O), Abu Ail Island (J2/A), Cyprus (5B, ZC4), Eastern Turkey (TA2-8), Georgia (4L); к Европе — Russia (R1-6), Istanbul (TA1), все итальянские острова (I), Azores (CU); к Африке — Ceuta и Melilla (EA9), Madeira (CT3), Gan Island (8Q), French Austral Territory (FT), Heard Island (VK0).

"ПОЛЕВОЙ ДЕНЬ — 2001"

Дата проведения. С 14 UT 7 июля до 14 UT 8 июля 2001 г.

Диапазоны. 144 , 432 и 1296 МГц.

Виды работы. CW, SSB, AM, FM.

Участники. Радиолюбители всех стран мира, работающие из удобных для участия в соревнованиях мест.

Зачетные подгруппы. SOSB (один оператор — один диапазон, отдельно по каждому диапазону), SOMB (один оператор — все диапазоны), MOMB (несколько операторов — все диапазоны). Участники, работавшие в соревнованиях на нескольких диапазонах, могут заявиться в зачете и на одном диапазоне при условии, что они представят в судейскую коллегию отчеты (без подсчета очков — для контроля) по остальным диапазонам.

Контрольные номера. RS(T), порядковый номер связи. QTH-локатор не входит в контрольный номер, но его передача обязательна при каждой связи (например, 599001 LO16XG). При многодиапазонном зачете связи нумеруют отдельно по каждому диапазону.

Зачетные связи. Повторные связи засчитываются только на разных диапазонах. Связи через ретрансляторы в зачет не идут.

Начисление очков. За связи на диапазоне 144 МГц за каждый километр расстояния между корреспондентами начисляется 2 очка, на диапазоне 432 МГц — 8 очков, на диапазоне 1296 МГц — 20 очков. За связи с корреспондентами, не предоставившими свои отчеты, может быть начислено 50 процентов очков, если связи с такими корреспондентами встречаются еще, по крайней мере, в двух отчетах участников.

Отчеты. Отчеты составляют отдельно по диапазонам. Данные приводят в следующем порядке (семь колонок): время связи (UT), позывной, переданный контрольный номер (без QTH локатора), принятый контрольный номер (без QTH локатора), принятый QTH локатор, расстояние до корреспондента в километрах, очки. На листе отчета желательно располагать по 40 связей. В верхней части каждого листа указывают свой позывной, дату, свой QTH локатор, диапазон, номер листа отчета и общее число листов отчета за данный диапазон. Обобщающий лист типовой. На нем надо обязательно указать полный почтовый адрес участника, E-mail (если есть), спортивный разряд или звание участника (всех членов команды), данные об аппаратуре (для всех использованных диапазонов — модель трансивера для аппаратуры заводского изготовления, выходной транзистор передатчика и входной транзистор приемника для самодельной аппаратуры, антенны), высота над уровнем моря, максимальное QRB. Отчет надо выслать не позднее чем через месяц после

(Продолжение см. на с. 65)

ВЕРТИКАЛЬНАЯ МНОГОДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА VMA-9NP

Эрнест ГУТКИН (UT1MA)

Многие радиолюбители, проживающие в городе, нередко вынуждены ограничиться использованием одной многодиапазонной антенны. Антенна, о которой рассказывается в этой статье, работает на восьми из девяти любительских КВ диапазонов и даже на выделенном в некоторых странах СНГ для любительской радиосвязи УКВ диапазоне 6 метров. Обладая вполне приличными характеристиками, она может стать решением антенной проблемы для многих коротковолновиков.

Антенна предназначена для работы (преимущественно с DX) на всех любительских диапазонах от 6 до 80 метров и представляет собой дальнейшее развитие антенны VMA-7, которая была подробно описана в [1, 2]. Питают антенну кабелем РК50. КСВ в пределах большинства диапазонов не превышает 1,5, причем в диапазоне 80 метров она имеет две области согласования: одну — в CW, а другую — в SSB участке. Допустимая мощность — не менее 1 кВт. Высота антенны — около 11,5 м, она имеет пять проволочных радиалов длиной от 7,5 до 8,5 м.

Конструкция антенны показана на **рис. 1** (не в масштабе). Вертикальная ее часть содержит:

— центральный вибратор ЦВ с емкостной нагрузкой ЕН1 (элемент регулировки), работающий на диапазонах 10, 20 и 30 метров. Снизу ЦВ соединяется с разъемом XS1 100 мм проволочной перемычкой;

— катушку LB, выполняющую на высокочастотных диапазонах роль широкополосного заграждающего (отсекающего) элемента и являющуюся удлинительной на диапазонах 40 и 80 метров;

— концевую секцию КС40 с элементом регулировки ЕН2, которая совместно с ЦВ и LB образует вибратор на диапазон 40 метров;

— катушку L80, которая работает как отсекающий элемент на диапазоне 40 метров и как удлинительная на диапазоне 80 метров;

— концевую секцию КС80, которая совместно с ЦВ+LB+КС40+L80 образует вибратор на диапазон 80 метров;

— три проволочных вибратора ПВ на диапазоны 12, 15 и 17 метров, в точке соединения которых с ЦВ включены небольшие регулировочные катушки L12, L15 и L17 (вибратор ПВ17 используется также и на диапазоне 6 метров).

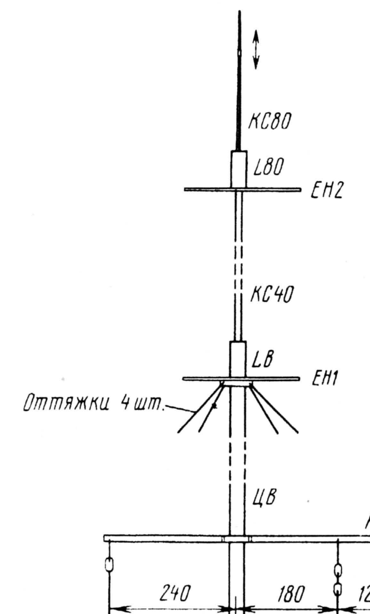
Горизонтально-наклонная часть антенны содержит:

— 4 проволочных радиала Р1—Р4 одинаковой длины, образующих противовес на диапазонах 10, 12, 15, 17 и 20 метров;

— радиал Р5 для диапазонов 30 и 40 метров;

— 3 катушки L3,5 и одна L3,8, работающих как удлинительные на диапазоне 80 метров и как заграждающие на диапазонах 10 — 20 метров;

— концевые секции КС3,5 и КС3,8, определяющие настройку антенны в районе частот 3,5 и 3,8 МГц;



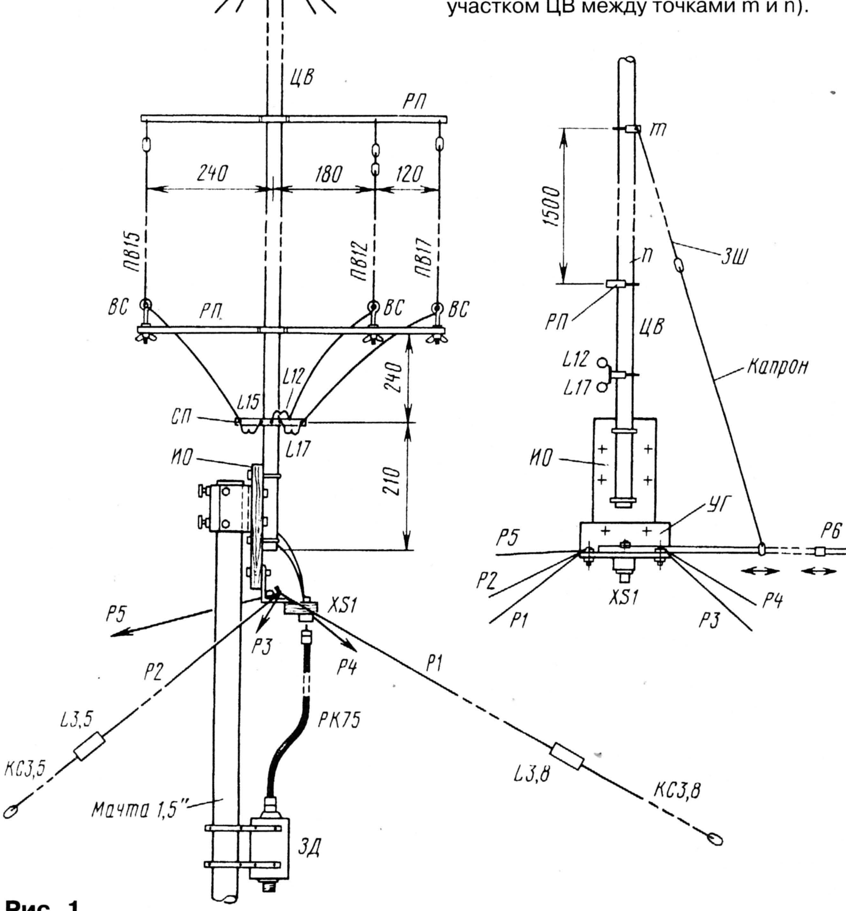


Рис. 1

— радиал Р6, образующий совместно с ПВ17 и L17 антенну диапазона 6 метров.

Упомянутое выше применение катушек, как элементов двойного назначения (отсекающих и удлинительных), автор “подсмотрел” в антенне MFJ-1798. Поскольку никакого поясняющего и, тем более, расчетного материала в литературе обнаружено не было, пришлось провести несложные исследования [1, 2]. По сравнению с резонансными LC-трапами потери в таких катушках меньше, выше электрическая прочность, допустима меньшая точность изготовления.

Более наглядно конфигурация антенны на каждом из диапазонов в отдельности приведена на **рис. 2**. Сплошными линиями показаны рабочие части антенны, штриховыми — влияющие на настройку, но в излучении не участвующие. Остальные элементы имеют такие длины, что их входное сопротивление велико, затекающий в них ток мал и влияние на рабочую часть антенны незначительно.

На диапазоне 6 метров вертикальный излучатель образован вибратором ПВ17, длина которого на этом диапазоне близка к $5\lambda/8$, а второй половиной антенны является радиал Р6 (катушка L17 принципиально необходима). Входное сопротивление ЦВ на диапазоне 6 метров низкое, и чтобы исключить его влияние, применен защитный шлейф ЗШ длиной ~$0{,}25\lambda$, препятствующий прохождению тока в ЦВ (ЗШ образован проводником “ЗШ” и прилегающим участком ЦВ между точками m и n).

На диапазоне 10 метров длина ЦВ с ЕН1 близка к 0,75λ, а длина каждого из четырех радиалов противовеса ~0,25λ. ЗШ на этом диапазоне имеет малую длину (0,14λ) и создает в точке n небольшое индуктивное сопротивление $X_{зш}$. Меняя положение провода ЗШ по отношению к ЦВ, можно изменять $X_{зш}$ от единиц до нескольких десятков Ом, что приводит к сдвигу резонансной частоты антенны от ~30 МГц (ЗШ вплотную к ЦВ) до ~28,2 МГц (ЗШ отогнут максимально). При любом из этих положений ЗШ обеспечивается достаточная защита на диапазоне 6 метров.

На диапазонах 12, 15 и 17 метров используются соответственно вибраторы ПВ12, ПВ15, ПВ17 и общий противовес из радиалов Р1—Р4. Так как длины радиалов меньше 0,25λ этих диапазонов, то для получения резонансной настройки электрические длины ПВ должны быть больше 0,25λ. Катушки L12—L17 на рис. 2 условно не показаны.

Особенности антенны на диапазоне 80 метров.

1. Вертикальный размер определяется высотой антенны диапазона 40 метров, т. е. до катушки L80. Длина КС80 зависит от величины индуктивности катушки L80, принят минимально возможный размер, позволяющий получить удовлетворительные результаты.

2. Широкополосность антенны существенно зависит от длины радиалов. Приняты максимально возможные длины 7,5...8,5 м, позволяющие компактно расположить ее на стандартной крыше с поперечным размером ~11 м.

3. В VMA для двухчастотной работы используются радиалы разной комплектации (настройки). Радиал Р3,8 (Р1+L3,8+КС3,8) работает в районе частоты 3,8 МГц и совместно с радиалами Р3,5 — на нижнем краю диапазона.

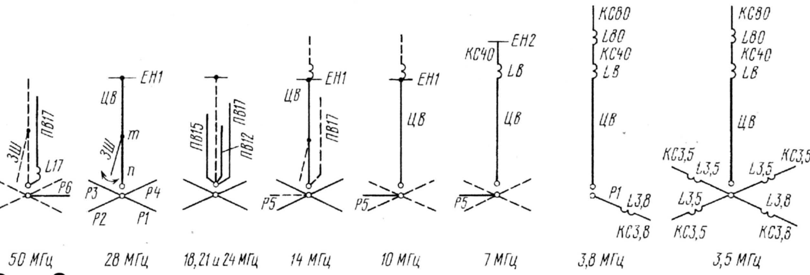


Рис. 2

На диапазоне 20 метров длина вертикального излучателя (ЦВ + ЕН1) — около 0,34λ. Расположенные рядом ПВ (в основном самый длинный ПВ17) несколько понижают резонансную частоту антенны, а катушка LВ ее повышает. Изменение положения ЗШ влияет незначительно.

На диапазонах 30 и 40 метров размеры противовеса Р1—Р4 слишком малы для эффективной работы, роль нижней излучающей половины антенны выполняет радиал Р5. Эквивалентная электрическая длина излучателя на диапазоне 40 метров (ЦВ+LВ+КС40+ЕН2) — около 12 м. Совместно с Р5 получается антенна полуволновой длины, похожая на повернутую антенну Inverted V, но с несимметричным расположением точек питания. Аналогичное положение на диапазоне 30 метров с той разницей, что длина горизонтальной части (Р5) больше длины вертикальной, поэтому в излучении на этом диапазоне будет значительная горизонтальная составляющая.

"Изюминкой" VMA-9NP, не имеющей аналогов среди антенн этого класса, является способность работать в обоих DX-окнах диапазона 80 метров (CW и SSB) без механической и электрической перестройки. В фирменных антеннах перестройка в пределах диапазона 80 метров осуществляется механическим способом, например, изменением длины верхушки антенны (R7000+ и др.), сменой специального конденсатора наверху антенны (GAP TITAN), изменением длины спиц емкостной нагрузки (MFJ-1798) и т. д. Поскольку такая операция связана с демонтажом антенны, то обычно настройка осуществляется "раз и навсегда".

Способы согласования

Антенны высокочастотных и низкочастотных диапазонов в VMA-9NP построены по-разному, поэтому разнятся и способы достижения согласования. На диапазонах 10 — 20 метров антенны представляют собой GP с одним общим противовесом. Их входные сопротивления $R_{вх}$ увеличиваются последовательно от ~50 Ом на диапазоне 10 метров до ~110 Ом на диапазоне 20 метров. Для согласования с фидером с волновым сопротивлением 50 Ом на входе антенны применен кабельный трансформатор КТ из отрезка кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом длиной ~0,25λ на диапазоне 20 метров. Выходное сопротивление КТ хорошо согласуется с $R_{вх}$ антенны на пяти высокочастотных диапазонах. Правда, на диапазонах 12, 15 и 17 метров на выходе КТ будет также и реактивная составляющая, и для ее компенсации длины ПВ этих диапазонов выбираются на 1...2 % больше резонансного размера.

Антенны низкочастотных диапазонов представляют собой резонансные диполи с разной степенью укорочения за счет включения в них катушек. В центре диполя, как известно, напряжение U минимально, ток I максимален и $R_{вх}$= U/I минимально. При смещении точек питания от центра напряжение U возрастает, а ток I уменьшается. Соответственно возрастает и $R_{вх}$. За счет асимметричного питания можно получить нужное значение $R_{вх}$ даже в сильно укороченной антенне.

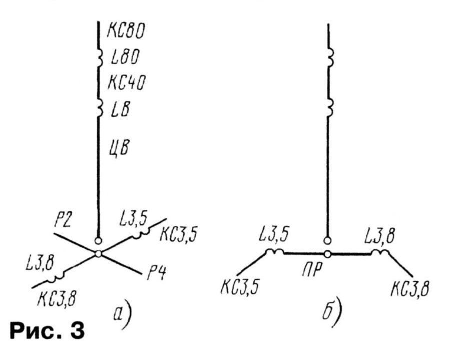
Поскольку трансформатор КТ продолжает действовать и на низкочастотных диапазонах, $R_{вх}$ антенны приходится выбирать с учетом его действия. Согласование по входу на верхнем краю диапазона 80 м достигается за счет того, что электрическая длина вертикального излучателя больше, чем радиала, т. е. питание несимметрично. Подбором номиналов элементов L80, КС80, L3,8 и КС3,8 создается такая степень асимметрии, при которой получается нужная величина $R_{вх}$. Радиалы Р3,5 настроены значительно ниже по частоте, и их подключение — отключение практически не влияет на настройку антенны в районе частоты 3,8 МГц.

По другому достигается согласование в нижней части диапазона. За счет соответствующей настройки Р3,5 можно было бы получить второй резонанс антенны на частоте 3,5 МГц, но $R_{вх}$ при этом будет слишком малым. Принятый способ заключается в том, что частота настройки Р3,5 выбирается выше с таким расчетом, чтобы совместное действие Р3,5 и Р3,8 обеспечили резонанс на частоте 3,51 МГц. Включение параллельно ветви Р3,5 с индуктивным входным сопротивлением ветви Р3,8 с емкостным сопротивлением действует таким образом, что общее входное сопротивление нижней части антенны, оставаясь индуктивным, возрастает по величине. Также возрастает и активная составляющая входа (сопротивление излучения + сопротивление потерь). Физика процесса заключается в том, что токи в Р3,5 и Р3,8 почти противофазны и за счет влияния Р3,8 в районе частоты 3,5 МГц суммарный входной ток нижней части антенны уменьшается, что равносильно увеличению $R_{вх}$ системы радиалов и всей антенны.

Возможные варианты осуществления радиалов для диапазона 80 метров приведены на рис. **3,а—г**.

Рис. 3,а — Уменьшается число радиалов Р3,5 с сопутствующим уменьшением рабочей полосы частот, длина КС3,5 также уменьшается.

Рис. 3,б — Антенна используется совместно с жестким противовесом [1, 2], величины L3,5, L3,8 — без изменений, длины КС3,5 и КС3,8 уточняются на



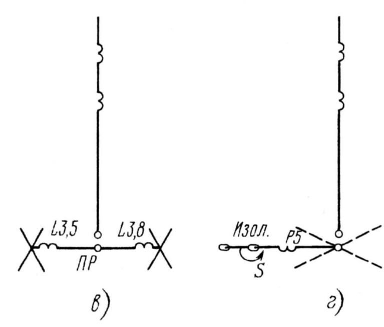


Рис. 3

месте, угол наклона КС устанавливается по наилучшему согласованию.

Рис. 3,в — Наиболее компактный вариант. Роль КС выполняют "крест" из четырех трубок диаметром 8...12 мм и длиной до 1 м.

Рис. 3,г — Этот вариант обеспечивает работу только в одном секторе, зато при настройке на f=3,75 МГц можно получить полосу частот при КСВ≤2 до 100 кГц. Длину Р5 для сохранения настройки на диапазонах 30 и 40 метров следует увеличить примерно на 0,35...0,5 м. Длина КС подбирается экспериментально, ориентировочный размер — 3 м. Возможна и двухчастотная работа с использованием дополнительного неоперативного выключателя S.

Варианты по рис. 3а, б, г опробованы на реальной антенне, вариант по рис. 3,в — только на макете.

Действие и конструкция защитного дросселя ЗД на питающем фидере подробно рассмотрены в [1, 2].

Отработка такой сложной антенны, как VMA, была бы невозможна без предварительного макетирования, опробования большого количества вариантов и отбора лучших из них.

Основные конструктивные данные

В конструкции использованы трубы марки Д16-Т. ЦВ выполнен из отрезков труб диаметром (наружний/внутренний) 35/30+30/26+30/27 мм, общая длина — 6,8 м. Длина КС40 — 2,7 м, диаметры труб — 22/19+16/13 мм, верхняя КС80 — из трубки ∅8/6 мм и стержня ∅5,7 мм (соединение регулируемое). Размер ЕН1 — 0,5 м, ЕН2 — 0,8 м, трубки — ∅8/6 мм. Вибраторы ПВ из многожильного провода сечением S=2,5 мм^2 в термостойкой изоляции, полная длина от верхнего изолятора до сборной платы СП составляет: ПВ12 — 2,65 м, ПВ15 — 3,1 м — 3,6 м.

Радиалы Р1 — Р4 выполнены из многожильного провода сечением 2,5 мм^2 и длиной 2,85 м, радиал Р5 имеет длину 8,1 м (провод ПЭВ диаметром 2 мм), КС3,5 — длину 4,65 м (провод ПЭВ диаметром 1,3 мм), КС3,8 — длину 5,6 м (провод такой же, как у КС3,5).

Радиал Р6 имеет длину 1,95 м, диаметры 16/14, 14/12, 12/10 мм, соединение — регулируемое. ЗШ — многожильный провод сечением 2,5 мм^2 и длиной 1,45 м.

Регулировочные катушки L12, L15 и L17 намотаны проводом ПЭВ диаметром 2 мм на оправке диаметром 25 мм и содержат соответственно 2, 3 и 4 витка. Данные других катушек: LB — каркас из стеклотекстолита диаметром 39 мм, провод МГТФ сечением 0,75 мм^2, число витков 20, индуктивность 12,8 мкГн, измеренная добротность 250; L80 — такой же каркас, провод МГТФ сечением 0,35 мм^2, число витков 58, индуктивность 61 мкГн, добротность 240; L3,5 — каркас из ПВХ (водопроводная разводка) диаметром 40 мм, провод МГТФ сечением 0,35 мм^2, число витков 57, индуктивность 60 мкГн, добротность 230; L3,8 — каркас из ПВХ диаметром 40 мм, провод МГТФ сечением 0,75 мм^2 , число витков 45, индуктивность 38 мкГн, добротность 300. Намотка катушек плотная с гидроизоляцией изолентой NOVA ROLL.

Распорные планки РП — стеклотекстолит, длина — 570 мм, сечение верхней — 20x9 мм, нижней — 20x12 мм, винтовые стяжки ВС — из нержавеющей проволоки с резьбой М4. Нижний опорный изолятор ИО — размерами 90x220 мм и толщиной от 16 (стеклотекстолит) и 20 мм (текстолит). Уголковый профиль УГ — размерами 50x50x130 мм.

Результаты

Описываемая антенна установлена на QTH UT1MA на высоте 3 м от конька шиферной крыши четырехэтажного дома. Радиалы расположены наклонно под углом ~ 40° и капроновыми веревками крепятся к ограде. Использован один ярус оттяжек.

Измерение КСВ антенны по диапазонам, включая полосу частот в пределах КСВ≤ 2, производилось с помощью прибора DRAKE WH-7 при уровне мощности 100 Вт (длина фидера РК50-7 — около 20 м). Результаты измерений приведены в **таблице**.

По оценкам местных корреспондентов, антенна VMA-9NP при сравнении с антенной Inverted V, установленной на этой же крыше, выигрывала на всех диапазонах в среднем около 1 балла, а на диапазоне 80 метров — 10...15 дБ. Это однозначно свидетельствует о большой интенсивности излучения под малыми углами к горизонту. При межконтинентальных связях в районе 3,8 МГц (W, JA, LU) выигрыш был в пределах 5...10 дБ.

Частота, МГц	3,51	3,79	7,07	10,12	14,1	18,15	21,25	25,0	28,6	50,2
КСВ	1,2	1,2	1,15	1,4	1,15	1,1	1,3	1,2	1,1	1,25
Полоса, кГц	30	70	240	450	950	400	900	750	2500	850

Комплексная проверка антенны состоялась во время CQ WW CW CONTEST 2000. Примерно за 20 часов проведены связи с 37 зонами и 135 странами, а в сумме на пяти диапазонах — с 111 зонами и 225 странами.

Многочисленные сравнения владельцами VMA своих антенн с импортными показали, что не уступая фирменным по эффективности, VMA широкополоснее, выдерживают большую мощность и проще по конструкции.

При ограниченном месте для размещения антенн "вертикал" VMA-9NP поможет разрешить большинство проблем, и это обстоятельство автор рискнул отразить в названии антенны — NP (NO PROBLEM). В процессе изготовления и настройки VMA существенную помощь оказали UR4MHJ, UY5ML и UR4MIG, за что автор им благодарен. Идея VMA-9NP и ее конструкция являются интеллектуальной собственностью автора. Коммерческое использование допустимо только по согласованию с автором.

Литература

1. **Гуткин Э.** Многодиапазонная вертикальная антенна. — Радиолюбитель. КВ и УКВ, 2000, № 7, с. 32 — 35; № 8, с. 30 — 35.

2. **http://www.krasnodar.online.ru/hamradio**

"ПОЛЕВОЙ ДЕНЬ — 2001"

Окончание. Начало см. на с. 62

окончания соревнований по адресу: Россия, 103045, Москва, Селиверстов пер., д. 10, редакция журнала "Радио". На конверте необходимо сделать надпись "FD CONTEST LOG". Допускается и приветствуется предоставление отчетов в электронной форме. Адрес: <contest@paguo.ru>. Имена файлов: mycall.sum — для обобщающего листа, mycall1.log (диапазон 144 МГц), mycall2.log (диапазон 432 МГц), mycall3.log (диапазон 1296 МГц). В разделе "Тема" письма следует написать FD LOG и позывной участника, а файлы собственно отчета присоединить к этому письму. Включать текст отчета в письмо не следует.

Подведение итогов. Итоги соревнований подводятся в общем зачете (без деления участников по странам) и в зачете по странам-участницам. Судейскую коллегию назначает редакция журнала "Радио". Результаты ее работы утверждает главный редактор журнала "Радио".

Награждение победителей. Участники, занявшие первые места в общем зачете в подгруппах один оператор — все диапазоны и несколько операторов — все диапазоны, награждаются памятными плакетками и контест-дипломами журнала "Радио". Участники, занявшие первые места в подгруппах в однодиапазонном зачете, награждаются памятными медалями и контест-дипломами журнала "Радио". Награждение плакетками и медалями производится при числе участников в подгруппе не менее десяти. Участники, занявшие в общем зачете места со второго по пятое включительно во всех подгруппах, награждаются контест-дипломами журнала "Радио". Участники, занявшие первые места по странам, награждаются контест-дипломами журнала "Радио".

Информация об итогах. Полные итоги соревнований будут размещены на сайте журнала "Радио" (http://www.paguo.ru), опубликованы в журнале "Радио", а также высланы в радиолюбительские организации всех стран, из которых в судейскую поступили отчеты.

SK

Замолчали любительские радиостанции:

Владимира Царичанского (UA3TP, ex UM8MCA);
Петра Рубцова (UN7BJE).

КВ ТРАНСИВЕР НТ981М

Алексей БЕЛЯНСКИЙ (US2II)

Узел A5 содержит микрофонный усилитель передающего тракта, устройство голосового управления (VOX), телеграфный монитор, RTTY-модем и усилитель мощности звуковой частоты приемного тракта.

Схема узла показана на **рис. 12**. Микрофонный усилитель-ограничитель передатчика выполнен на операционном усилителе 5DA4.1, включенном по схеме неинвертирующего усилителя. Коэффициент передачи усилителя устанавливается подстроечным резистором 5R17 в пределах от 20 до 61 дБ. Микрофон подключается к усилителю через ФНЧ 5C2,5R3,5C7 с частотой среза 2,7 кГц. Резистор 5R5 предназначен для подачи напряжения питания на электретный микрофон. Его номинал подбирается в зависимости от конкретного типа микрофона. Если для работы с трансивером планируется использовать только динамический микрофон, этот резистор можно не устанавливать. Конденсатор 5C9 и резистор 5R14 образуют цепь, корректирующую АЧХ усилителя в области низких частот. Емкость 5C9 также подбирается под конкретный тип микрофона.

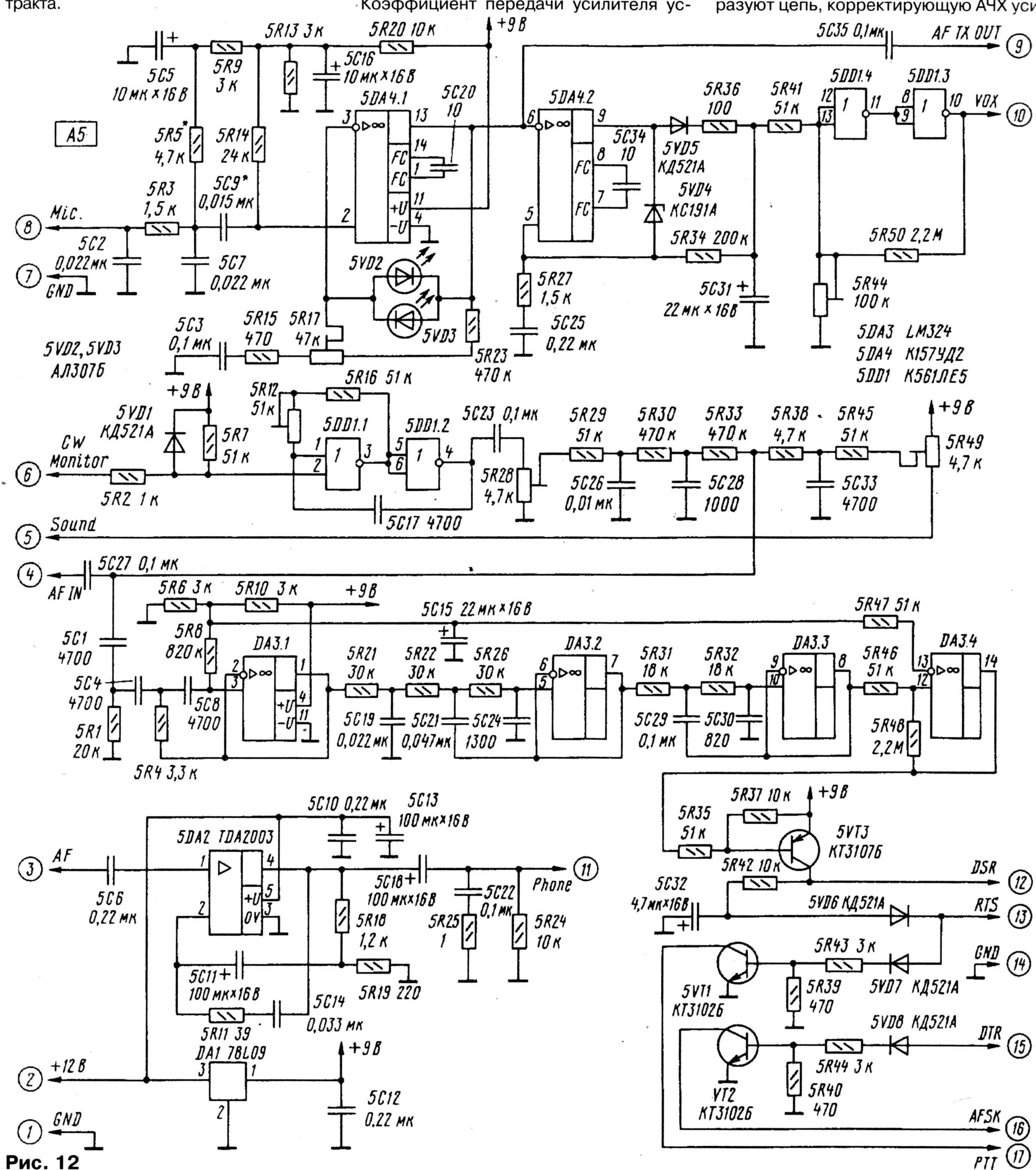


Рис. 12

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2001, № 1—3

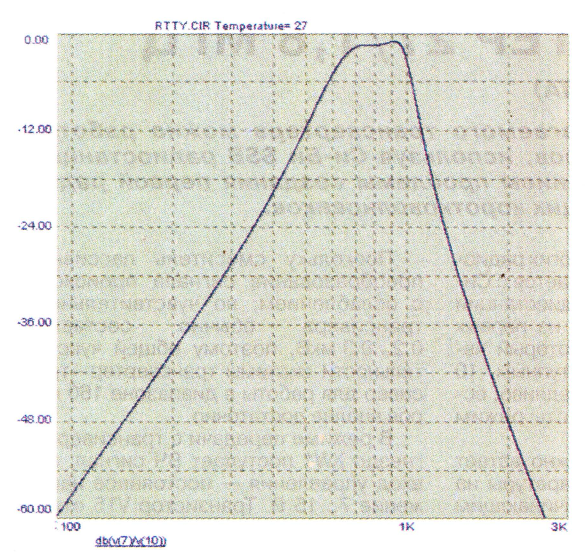


Рис. 13

Диоды 5VD2 и 5VD3, включенные встречно-параллельно, определяют порог ограничения сигнала усилителя, который равен падению напряжения на p-n переходах. Здесь использованы светоизлучающие диоды красного цвета свечения, для которых это напряжение около 1,5 В. Выход микрофонного усилителя через конденсатор 5С35 подключается к входу балансного модулятора узла А4 (вывод 7).

...графный монитор. Частота генерации определяется номиналами элементов 5С17, 5R12 и 5R16 и устанавливается подстроечным резистором 5R12 равной частоте принимаемого сигнала на середине полосы прозрачности телеграфного фильтра. В нашем случае это примерно 700 Гц. Громкость мониторинга телеграфной манипуляции регулируется подстроечным резистором 5R28. Элементы 5R29, 5R30, 5С26, 5С28 образуют ФНЧ, предназначенный для приближения формы сигнала к синусоидальной. Этот сигнал через конденсатор 5С27 и регулятор уровня громкости (R5 на схеме межблочных соединений) подается на оконечный усилитель ЗЧ. Туда же с блока управления (узел А8) через вывод 5 узла, подстроечный резистор 5R49 и фильтрующую цепочку 5R45, 5С33 поступает сигнал "озвучивания" нажатий кнопок клавиатуры синтезатора.

Оконечный усилитель звуковой частоты выполнен на микросхеме 5DA2

Это так называемый HAMCOMM-модем, который выполнен на счетверенном операционном усилителе 5DA3. На элементах 5DA3.1—5DA3.3 реализован низкочастотный полосовой фильтр, представляющий собой комбинацию каскадно соединенных ФВЧ 3-го порядка (5DA3.1) и ФНЧ 5-го порядка (5DA3.2, 5DA3.2). Оба фильтра построены по полиномам Чебышева. Суммарная характеристика фильтра показана на **рис. 13**. Так как порядок фильтра верхних частот ниже, чем у фильтра нижних частот, нижний скат характеристики фильтра получился более пологим.

Поскольку данный модем предназначен для подключения к последовательному порту персонального компьютера, необходим преобразователь уровней однополярного сигнала в двухполярный, стандарта RS232C. Для этой цели служат транзисторы 5VT1, 5VT2, 5VT3. 5VT1 и 5VT2 — обычные ключи, защищенные от напряжения обратной полярности диодами 5VD7 и 5VD8. Они передают управляющие сигналы PTT и AFSK TX от компьютера к трансиверу. Транзистор 5VT3 преобразует однополярный сигнал, сформированный микросхемой 5DA3.4 (уровень лог. 0 — 0 В, уровень лог. 1 — +9 В) в двухполярный (уровень лог. 0 — +9 В, уровень лог. 1 — −11 В). Чтобы не вводить в трансивер ради одного каскада источник отрицательного постоянного напряжения, питание для этого транзис...

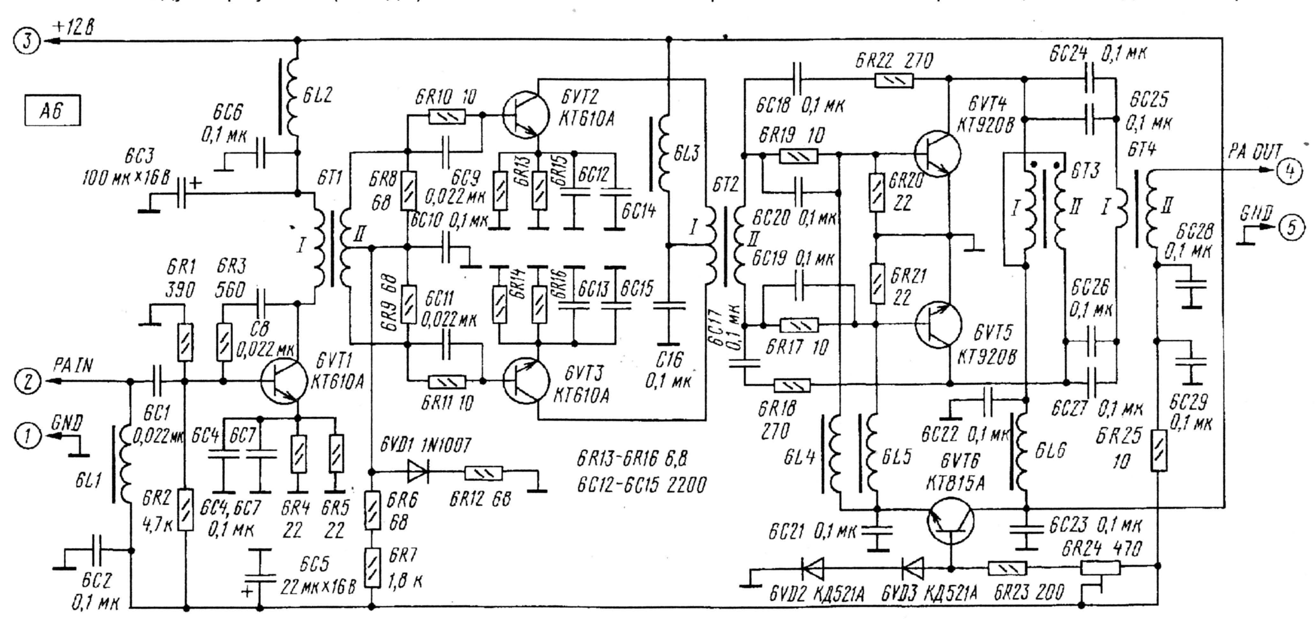


Рис. 14

На второй половине микросхемы 5DA4.2 выполнен пиковый детектор VOX. Постоянная времени заряда конденсатора 5С31 определяется сопротивлением резистора 5R36, а времени разряда — 5R34. Элементы микросхемы 5DD1.3 и 5DD1.4 образуют триггер Шмитта, порог переключения которого можно в небольших пределах регулировать подстроечным резистором 5R44. Сигнал управления VOX снимается с вывода 10 элемента 5DD1.3 и подается на соответствующий вход узла А4.

На элементах микросхемы 5DD1.1 и 5DD1.2 собран мультивибратор — теле...

TDA2003 (отечественный аналог К174УН14) по типовой схеме и особенностей не имеет. Его чувствительность регулируется подбором резистора 5R18 в пределах единиц — десятков килоом.

Теперь перейдем к рассмотрению RTTY-модема. Хочу еще раз напомнить, что он необходим только, если вы используете старые программы для работы телетайпом (например, Mix221) на компьютере класса XT/AT286 (386). Современные программы позволяют использовать для декодирования AFSK сигнала звуковую карту современного компьютера, и необходимость в этом модеме отпадает.

...тора берется от компьютера. Используется сигнал порта RTS, который служит для переключения трансивера в режим передачи. Так как в режиме приема на этом контакте постоянно присутствует напряжение −12 В, оно и было использовано для питания каскада преобразователя уровня. У кого появятся сомнения в правомерности такого включения, напомню, что по спецификации интерфейса RS232C его выходные цепи должны выдерживать режим короткого замыкания неограниченно долго. Так что взять с него пару миллиампер для хорошего дела нам никто не запрещает.

При внимательном рассмотрении схемы оконечного усилителя мощности (узел А6 на **рис.14**) у проницательного читателя может возникнуть вопрос: "А почему, собственно, автор обещает выходную мощность трансивера всего восемь ватт, когда потенциально этот усилитель может отдать вчетверо больше?" Да, действительно, усилитель сделан с четырехкратным запасом, и вот по каким соображениям. Во-первых, из соображений надежности — при таком запасе усилителю не страшны ни работа на несогласованную нагрузку, ни короткое замыкание на выходе. Во-вторых, при выходной мощности до восьми ватт он имеет очень малый уровень побочных излучений, что позволило отказаться от диапазонных ФНЧ на выходе трансивера. В- третьих, такой мощности вполне достаточно для возбуждения внешнего усилителя на современных металлокерамических лампах.

Схема усилителя достаточно традиционна и разработана в соответствии с предложениями в [4]. Это — трехкаскадный усилитель, первый каскад которого однотактный и работает в режиме класса А. Второй и третий каскады двухтактные, работающие в режимах АВ и В соответственно. Для линеаризации амплитудно-частотной характеристики усилителя первый каскад (транзистор 6VT1) охвачен частотно-зависимой отрицательной обратной связью через цепочку 6R3, 6C8. Дополнительная частотная коррекция в области высоких частот осуществляется цепью 6C4, 6C7, 6R4, 6R5. Во втором каскаде (транзисторы 6VT2, 6VT3) элементами частотной коррекции являются цепи 6R10, 6C9 и 6R11, 6C11. Третий каскад на транзисторах 6VT4, 6VT5 также охвачен отрицательной обратной связью через цепи 6C18, 6R22, 6C17, 6R18. Благодаря принятым мерам удалось получить линейную АЧХ усилителя в полосе 1...30 МГц с неравномерностью менее 1 дБ и далее до частоты 50 МГц со спадом в 6 дБ. Общее усиление усилителя мощности составляет 36 дБ.

Ток покоя оконечного каскада определяется узлом, выполненным на элементах 6VT6, 6VD2, 6VD3, 6R23, 6R24. Для повышения температурной стабильности оконечного каскада диоды 6VD2, 6VD3 имеют тепловой контакт с транзисторами 6VT4, 6VT5 — они прижаты к их керамическим корпусам. Регулируют ток покоя подстроечным резистором 6R24.

Отдельно следует отметить связь по постоянному току входного (вывод 2) и выходного (вывод 4) контактов усилителя мощности через элементы 6L1, 6R25 и вторичную обмотку трансформатора 6T4. На вход усилителя, кроме высокочастотного напряжения возбуждения, подается постоянное управляющее напряжение прием/передача (+12 В — передача, 0 В — прием), которое через дроссель 6L1 поступает на цепи смещения всех трех каскадов, благодаря чему усилитель переводится в режим передачи. Это же напряжение через обмотку трансформатора 6T4 и выходной контакт 4 узла А6 попадает на плату узла А1, где используется для управления PIN-диодами антенного коммутатора (об этом упоминалось во второй части статьи).

(Продолжение следует)

ТРАНСВЕРТЕР 27/1,8 МГЦ

Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA)

С помощью предлагаемого трансвертера можно работать в диапазоне 160 метров, используя Си-Би SSB радиостанцию. Это может быть решением проблемы создания первой радиостанции для начинающих коротковолновиков.

В настоящее время для многих радиолюбителей путь в эфир начинается с Си-Би диапазона и с Си-Би радиостанции (трансивера). Поэтому один из первых любительских диапазонов, который является для них реально доступным, 10 метров (это тем более справедливо, если в Си-Би радиостанции есть режим SSB).

Однако при этом неизбежно встает вопрос о приобретении аппаратуры на другие диапазоны. Так как начинающим выдают разрешение на использование радиостанций 4-й и 3-й категорий, то работа на большинстве КВ диапазонов либо ограничена, либо невозможна, и только УКВ диапазон полностью доступен. Вот почему сразу приобретать или изготавливать вседиапазонную аппаратуру нецелесообразно. Правда, дополнив трансвертером Си-Би радиостанцию как базовую, вы сможете работать в разрешенных диапазонах.

Такие трансвертеры были описаны в [1, 2]. С их помощью, имея Си-Би радиостанцию с ЧМ, у вас будет возможность проводить связи в двухметровом диапазоне. А на основе схемных решений этих устройств можно собрать трансвертер и для диапазона 160 метров. Если же радиостанция имеет режим SSB, это позволит работать в диапазоне частот 1850...2000 кГц или с АМ — в диапазоне 1900...2000 кГц.

Схема предлагаемого трансвертера показана на **рис. 1**. Он содержит реверсивный смеситель на полевых транзисторах VT1, VT2, гетеродин с кварцевой стабилизацией частоты (VT3), выходной каскад (VT4), узел управления (VT5) и реле K1, K2. Режекторный фильтр на частоту 25 МГц собран на контуре L1C1, полосовой фильтр на связанных контурах L2C2L3C3C4C5C6 настроен на центральную частоту 26,9 МГц, а L6C10C11L7C12C13 — на 1,9 МГц. На выходе усилительного каскада установлен ФНЧ C22L10C23L11C24 с частотой среза 2,2...2,4 МГц.

В режиме приема (показан на схеме) сигнал с антенны поступает на полосовой фильтр с центральной частотой 1,9 МГц и полосой пропускания около 250 кГц, а затем — на реверсивный смеситель. На затворах его транзисторов — сигнал гетеродина частотой 25 МГц и амплитудой 7...9 В. Преобразованный сигнал частотой 26,9 МГц поступает на вход трансивера. Сигнал гетеродина дополнительно ослабляется режекторным фильтром, и его уровень на входе трансивера составляет несколько сотен микровольт.

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

Поскольку смеситель пассивный, преобразование сигнала происходит с ослаблением, но чувствительность трансивера обычно составляет 0,2...0,3 мкВ, поэтому общей чувствительности системы трансвертер—трансивер для работы в диапазоне 160 метров вполне достаточно.

В режиме передачи с трансивера на гнездо XW1 поступает ВЧ сигнал, а на вход управления — постоянное напряжение 7...15 В. Транзистор VT5 открывается, реле K1 и K2 срабатывают, подключив к смесителю выходной каскад, а к нему, в свою очередь, — антенну. В этом случае в смесителе сигналы трансивера преобразуются в сигналы диапазона 160 метров. При выходной мощности трансивера 2...3 Вт выходная мощность трансвертера составляет 5 Вт (на нагрузке 50 Ом). Для обеспечения линейного режима выходного каскада резистором R6 устанавливают начальный ток транзистора VT4. ФНЧ на выходе каскада подавляет гармоники сигнала. Для индикации режима передачи можно установить светодиод HL' и резистор R'.

В устройстве допустимо применить транзисторы КП902Б, КП905А, КП905Б (VT1 и VT2), КТ361В, КТ361Д (VT3). Реле K1 и K2 — РЭС-60, РЭС-49 (паспорт РС4.569.421-02), светодиод HL' — любой с рабочим током 10...15 мА. Диод VD1 — любой выпрямительный. Конденсатор C25 — серий К52, К53, остальные — К10-17, КД, КТ. Подстроечный резистор R6 — СП3-19а, остальные — МЛТ, С2-33. Частота кварцевого резонатора ZQ1 — в пределах от 24 до 28 МГц, в зависимости от диапазона рабочих частот трансивера. Удобнее, конечно, использовать резонаторы с "круглыми" частотами, это облегчит отсчет частоты.

Все катушки, кроме L8 и L9, намотаны на каркасах диаметром 5...5,5 мм. L10 и L11 — без подстроечников, остальные — с подстроечниками из карбонильного железа или латуни диаметром 4 мм. Катушка L1 содержит 14, а L4 — 12 витков провода ПЭВ-2 0,4. L2 и L3 — 20 витков (у L2 отвод от 4-го витка) провода ПЭВ-2 0,21, L6 и L7 — по 45 витков того же провода. Расстояние между центрами катушек L2 и L3 — 7,5 мм. Катушка L5 намотана поверх L6 вдвое сложенным проводом того же диаметра и содержит 2x9 витков. L10 и L11 содержат по 45 витков провода ПЭВ-2 0,2. Дроссель L8 — ДМ-0,1 индуктивностью 40...100 мкГн. Дроссель L9 намотан проводом ПЭВ-2 0,6 на ферритовом кольце диаметром 12 мм и содержит 15...20 витков.

Большинство деталей устройства смонтированы на печатной плате (**рис. 2**) из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. Вторая сторона оставлена

металлизированной и соединена в нескольких местах по краю платы с общим проводом первой стороны. Транзисторы смесителя VT1, VT2 и выходного каскада VT4 необходимо установить на теплоотводах. VT1 и VT2 установлены на общем теплоотводе размерами 35x30x15 мм.

Рис. 1

Рис. 2

Изолировать их от теплоотвода не нужно. Теплоотвод транзистора VT4 имеет габариты 40x40x30 мм. Плата размещена в металлическом корпусе, на стенках которого установлены гнезда и светодиод. Конденсатор C15 припаян непосредственно к гнезду XS1. Внешний вид платы представлен на **рис. 3**.

Сигнал для управления работой трансвертера можно взять непосредственно с шин питания трансивера или сформировать из других управляющих сигналов.

Налаживание начинают с гетеродина. Подстройкой катушки L4 устанавливают требуемое напряжение на затворах полевых транзисторов и в небольших пределах подстраивают частоту. Подбором конденсатора C9 добиваются устойчивой работы гетеродина. Все фильтры настраивают на указанные частоты, а режим транзистора VT4 устанавливают по минимуму искажений сигнала. Подбором конденсатора C5 (или C6) добиваются максимального подавления сигнала гетеродина на гнезде XW1.

Изменив частоты настроек фильтров и гетеродина, трансвертер можно перестроить для работы в других КВ диапазонах, например, на 80 или 40 метров.

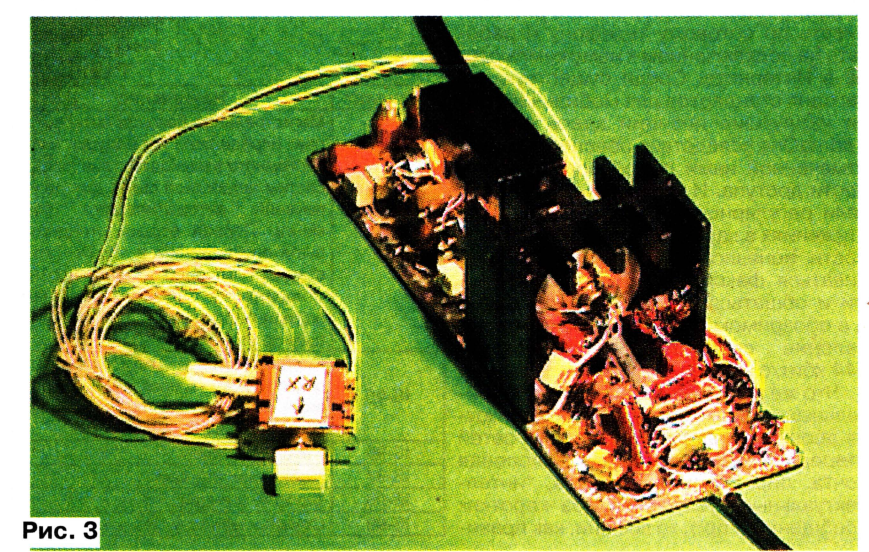


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И., Березуцкий И.** ЧМ трансвертер 144/27 МГц. — Радио, 1999, № 8, с. 70—72.

2. **Нечаев И., Березуцкий И.** Стационарный ЧМ трансвертер 144/27. — Радио, 2000, № 2, с. 60, 61.

НОВЫЕ ПОКОЛЕНИЯ СОТОВОЙ СВЯЗИ

А. ГОЛЫШКО, Главный эксперт ЗАО "Компания "МТУ-Информ", г. Москва

"...то, что именно мы воспринимаем, не относится к числу фактов, однозначно установленных. Ибо мы обучаемся тому, что и как воспринимать."

Карлос Кастанеда "Колесо времени"

УСЛУГИ В СЕТЯХ CDMA

Продолжая рассказ о развитии сотовой связи, следует констатировать, что в обозримом будущем придется довольно часто употреблять термины "сотовая связь" и "CDMA" в общем контексте. Таков уж текущий этап развития технологий в этой области современной связи. Однако, прежде чем пойдет речь о новых поколениях сотовой связи, следует закончить описание особенностей первого из представителей этой системы CDMA — cdmaOne (IS-95).

Разумеется, сегодня можно долго говорить о преимуществах той или иной техники, но для коммерческого телекоммуникационного оператора архиважным является именно набор услуг, за которые абонент будет платить деньги. И еще — их качество.

С этой точки зрения одно из главных достоинств сетей cdmaOne — очень высокое качество передачи речи, а это, согласитесь, основная услуга всех телефонных сетей. Кроме того, если так можно сказать, передача речи весьма экономична. Как мы уже говорили ранее, речь в системе CDMA преобразуется в цифровой поток посредством специального вокодера с переменной, в зависимости от интенсивности речи, скоростью. Это позволяет экономно использовать пропускную способность радиотракта. Иными словами, пока вы молчите, ресурс радиоканала может использовать другой абонент, тоже разговаривающий в настоящий момент.

В системах стандарта IS-95 используются вокодеры с максимальными скоростями передачи — 8 и 13 кбит/с. Соответственно может осуществляться и передача данных со скоростями 9,6 и 14,4 кбит/с. Заметим, что последняя цифра недоступна в сетях других стандартов 2G. Качество передачи речи с вокодером на 13 кбит/с близко к качеству, которое обеспечивается в кабельных цифровых линиях связи. Но, конечно, такие вокодеры несколько уменьшают абонентскую емкость сети, занимая общий ресурс. Поэтому для абонентов, которых интересует только голосовая связь, были разработаны так называемые "улучшенные" вокодеры на 8 кбит/с — EVRC (Enhanced Variable Rate Vocoder), с очень высоким качеством передачи речи. Первой "отметилась" с такой разработкой компания Motorola. Следует отметить, что тема вокодеров продолжает оставаться актуальной в смысле всемерного улучшения качества речи или уменьшения скорости передачи. Цель понятна — это увеличение абонентской емкости сети. И это заставляет многих специалистов продолжать такие работы.

Заметим, что аналогичные идеи посещали и разработчиков систем других стандартов, в частности GSM и DAMPS, для которых были разработаны варианты систем с вдвое меньшей скоростью передачи речи. Однако в свое время жизнь не успела востребовать "ухудшенное" качество в обмен на абонентскую емкость, потому что, вступив в полосу массового производства, оборудование многих сотовых систем столь быстро начало дешеветь, что перманентное увеличение абонентской емкости сотовой сети стало обыденным и относительно недорогим явлением. Кроме того, введение новых вокодеров потребовало бы и новых абонентских терминалов, не говоря уже о недавно возникшем интересе к мобильному Интернету, который не то чтобы не заинтересован в уменьшении скоростей передачи информации, а скорее, наоборот.

Что, собственно, имеется в виду, когда идет речь о высоком качестве передачи речи в сетях CDMA? Это, прежде всего, чистый звук и непривычное для радиотелефонов отсутствие посторонних шумов. Но тут, как говорится, лучше один раз услышать, чем десять раз прочитать в различной литературе. Сегодня для этого не обязательно ехать, скажем, в США или Корею, потому что сети cdmaOne работают и в России.

Законный интерес вызывают способы доступа в сеть Интернет через сотовые сети cdmaOne. Разумеется, если этим озаботился оператор, абонент сети CDMA может одновременно разговаривать по сотовому телефону и работать на подключенном к нему компьютере в Интернете. Среди существующих сегодня стандартов для мобильной связи наилучшие позиции здесь именно у cdmaOne вследствие обеспечения уже отмеченной нами самой большой скорости доступа. И компании-производители регулярно сообщают о своих достижениях в части увеличения этой скорости. Конечно, абоненты смогут обмениваться факсимильными сообщениями и общаться по электронной почте. А в обозримом будущем ожидается появление скоростей передачи 64, 144 кбит/с и выше.

Что же касается различных дополнительных услуг, которые предоставляются абонентам цифровых сотовых сетей (переадресация вызовов, голосовая почта, определение номеров, "интеллектуальные" услуги, служба коротких сообщений и пр.), то все они, как правило, определяются сетевым коммутационным оборудованием (контроллером или центром коммутации) и в общем-то не зависят от типа используемого радиоинтерфейса. Что заложено разработчиками в центр коммутации, то и получится. А далее, что оператор посчитал необходимым закупить для своей сети (на основе, например, маркетинговых исследований), тем абоненты и смогут впоследствии воспользоваться.

Мы уже рассказывали о том, что ранее европейцы наиболее подробно разработали различные приложения (в части дополнительных услуг) для стандарта GSM, что также относится больше к функциям коммутатора, чем радиоинтерфейса. А вот 20 февраля 1998 г. компания Qualcomm объявила об успешном окончании испытаний с британским оператором Vodafon базовой станции cdmaOne, включенной в центр коммутации подвижной связи сети GSM. Это означает, что принципиально нет ничего невозможного и можно совместить многочисленные услуги, разработанные в рамках проекта GSM и адаптированные к европейским телефонным сетям, с преимуществами радиоинтерфейса cdmaOne. Правда, в Западной Европе это уже неактуально.

СЕМЕЙСТВО cdmaOne

На самом деле существует целое семейство стандартов, описывающих систему cdmaOne и приведенных в **табл. 1**. Как и в других стандартах, существуют варианты систем для работы в диапазонах 800 и 1900 МГц.

Все, о чем мы говорили ранее, по большей части относится к повсеместно применяемой версии стандарта IS-95A, обеспечивающей скорость передачи речи 8, 13 и 8 кбит/с (EVRC) и скорость передачи данных 9,6 и 14,4 кбит/с.

Версия IS-95B основана на объединении нескольких каналов IS-95A по 1,23 МГц, организуемых в прямом направлении (от базовой станции к мобильной). Скорость может увеличиваться до 28,8 кбит/с (при объединении двух каналов по 14,4 кбит/с) или до 115,2 кбит/с (восемь каналов по 14,4 кбит/с). Таким образом, сети на базе IS-95B смогут обеспечивать более привлекательный

Таблица 1

Стандарт	Назначение
IS-41	Магистральная базовая сеть, которая определяет процедуры межсистемного взаимодействия любых систем подвижной связи для обеспечения автоматического роуминга. Первая версия стандарта была опубликована в 1988 г. (этот стандарт определяет все, что не относится к функционированию радиоинтерфейса и является общим со стандартом AMPS)
IS-95	Система сотовой связи с кодовым разделением каналов CDMA. Базовый стандарт,имеющий несколько версий: IS-95A, IS-95B, IS-95C
IS-96	Речевые службы
IS-97	Мобильная станция
IS-98	Базовая станция
IS-99	Службы передачи данных

доступ в Интернет. Однако для того, чтобы предоставлять услуги пакетной передачи, центр коммутации (контроллер базовой станции) должен содержать маршрутизатор. В спецификациях этого стандарта предусмотрено качественное улучшение характеристик обслуживания за счет снижения потерь при переходе абонента от одной базовой станции к другой, повышение точности контроля мощности до 0,25 дБ, а также ргаизация каналов приоритетного доступа и другие усовершенствования.

В версии IS-95C увеличена эффективность использования радиоспектра и соответственно увеличена вдвое абонентская емкость сети. Спецификациями предусматривается дополнительный канал с ортогональным сдвигом несущей, по которому может передаваться полный кодовый ансамбль сигналов, т. е. дополнительно еще 64 кода/функции Уолша (что можно охарактеризовать модным лозунгом — "два в одном"). Системы на базе IS-95C будут обратно совместимы с сетями на основе IS-95A и IS-95B и сохранят прежнюю полосу частот — 1,23 МГц. По сравнению с предыдущими версиями скорость передачи в системе возрастет до 144 кбит/с, а при этом еще и сократится энергопотребление терминала.

Разрабатывается еще одна модификация стандарта IS-95HDR (High Data Rate), которая призвана расширить возможности высокоскоростной передачи данных в прямом канале до 1 Мбит/с и более. В обратном канале скорость по сравнению с IS-95C не меняется. Возможности, которые предоставит IS-95-HDR, в первую очередь ориентированы на совместную работу с сетями передачи данных, имеющими асимметричный трафик (например, использующими на телефонных линиях технологию ADSL). И это не единственная модификация стандарта IS-95, потому что в связи с объявленным приближением эры 3G его новые версии уже содержат аббревиатуру cdma2000. Впрочем, о системах 3G мы еще будет говорить, а сейчас коснемся вопросов, связанных с развитием сетей cdmaOne в мире.

CDMA ШАГАЕТ ПО ПЛАНЕТЕ

Начало внедрения коммерческих сетей CDMA (800 МГц) было положено в последние дни 1995 года, когда в Гонконге заработало оборудование производства компании Motorola. Местный оператор, компания Hutchison, одновременно эксплуатировала сети D-AMPS, GSM и cdmaOne и заинтересовалась последней потому, что та потребовала на 30—40 % меньше базовых станций. В начале 1996 года коммерческие сети CDMA (800 МГц) стали в массовом порядке развиваться в Корее. Корейские операторы SK Telecom и Shinsegi уже к концу 1996 г. по числу обслуживаемых абонентов перевалили миллионный рубеж. В 1997 г. там же появились новые операторы cdmaOne.

Большое развитие получили сети cdmaOne в США, где свыше половины операторов подвижной связи (включая 14 крупнейших компаний) решили внедрять системы cdmaOne (в мобильном и фиксированном варианте). Конец 1996 г. уже вошел в историю как начало массового ввода в коммерческую эксплуатацию сетей CDMA в США, а вторая волна этого процесса пришлась на весну 1997 г. Как правило, действующие системы стандарта AMPS заменяются на CDMA путем установки вместо двух-трех старых базовых станций одной новой. Благо, практически все портативные терминалы (IS-95) работают как в стандарте AMPS, так и в CDMA. Если же сеть планировать "с нуля", то необходимое число базовых станций может быть еще меньше.

Вообще, в выделенном для систем персональной связи (PCS) в США частотном диапазоне 1900 МГц сосуществуют сразу три технологии: TDMA (аналог D-AMPS), PCS-1900 (аналог европейского DCS-1800) и собственно cdmaOne. Первую технологию приняли на вооружение в 1991—1992 гг. только три компании, но с тех пор ею никто более не заинтересовался. Лицензиями на вторую технологию охвачено около половины страны, и интересна она, прежде всего, возможностью автоматического роуминга с Европой. Но она не "сделана в США", что немаловажно для этой страны.

Как свидетельствует CDMA Development Group (CDG), к концу 2000 г. сетями cdmaOne были охвачены

Таблица 2

Стандарты	1997 г.	1998 г.	1999 г.	Среднегодовой прирост
NMT-450/900	~2,9 млн	~3 млн	~3,1 млн	3 %
AMPS/DAMPS	75 млн	94 млн	110 млн	21 %
GSM	80 млн	135 млн	205 млн	61 %
CdmaOne	7,8 млн	19 млн	50 млн	155 %

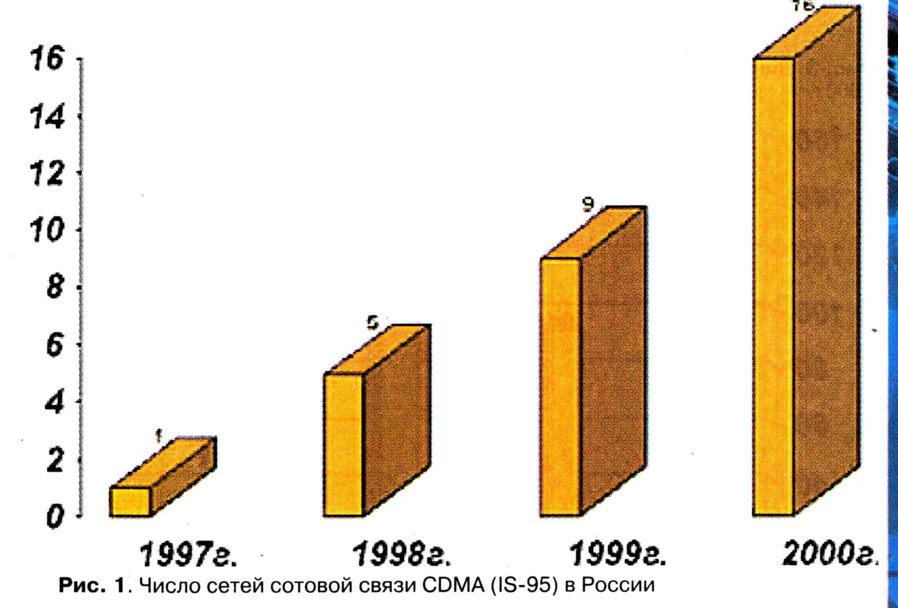


Рис. 1. Число сетей сотовой связи CDMA (IS-95) в России

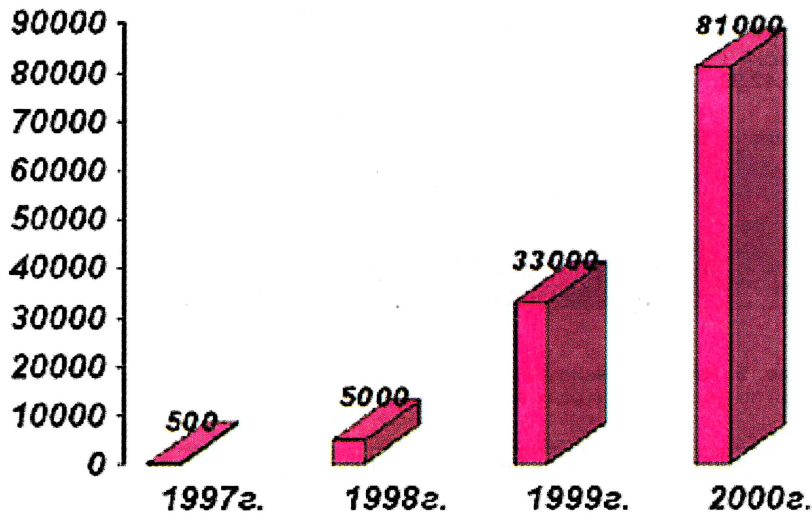


Рис. 2. Число обонентов сотовой связи CDMA (IS-95)

регионы на территории свыше 40 стран мира. Обслуживали эти сети почти 70 млн абонентов. Самое большое число абонентов сетей cdmaOne находится в Корее — более 25 млн. Итак, в 1995 — 1996 гг. началась, если хотите, мировая революция в сфере радиотелефонной связи, которая постепенно увенчается сменой поколений соответствующих систем (в **табл. 2** приведены статистические данные о росте числа абонентов перспективных сетей сотовой связи в мире 1977—1999 гг.).

CDMA В РОССИИ

В отличие от многих других систем беспроводного доступа сети CDMA могут охватывать значительные территории и, благодаря этому, являются оптимальным решением при организации массовой телефонизации. Как свидетельствуют материалы "Ассоциации операторов сетей МДКР (CDMA)", в 2000 г. услугами сетей cdmaOne стали пользоваться в республиках Башкортостан, Татарстан, в Брянской, Оренбургской, Саратовской, Тюменской областях. Введены в эксплуатацию сети в г. Санкт-Петербурге и во Владимирской области. В настоящее время в России функционируют 16 сетей cdmaOne в 18 субъектах Федерации. Динамика роста количества сетей cdmaOne в России представлена на **рис. 1.**

За прошедший год абонентская база выросла в 2,5 раза и на 1 января 2001 г. составила 81 тыс. абонентов. Рост обслуживаемых ими числа абонентов с начала коммерческой эксплуатации сетей сотовой cdmaOne показан на **рис. 2** и **3**.

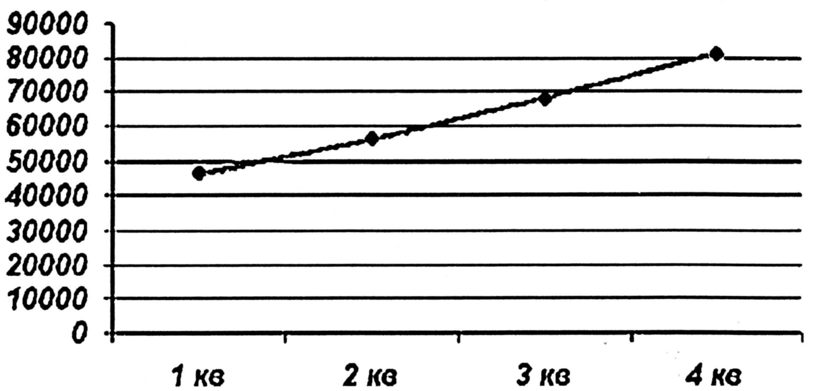


Рис. 3. Динамика прироста абонентской базы сетей сотовой связи CDMA (IS-95) в 2000 г.

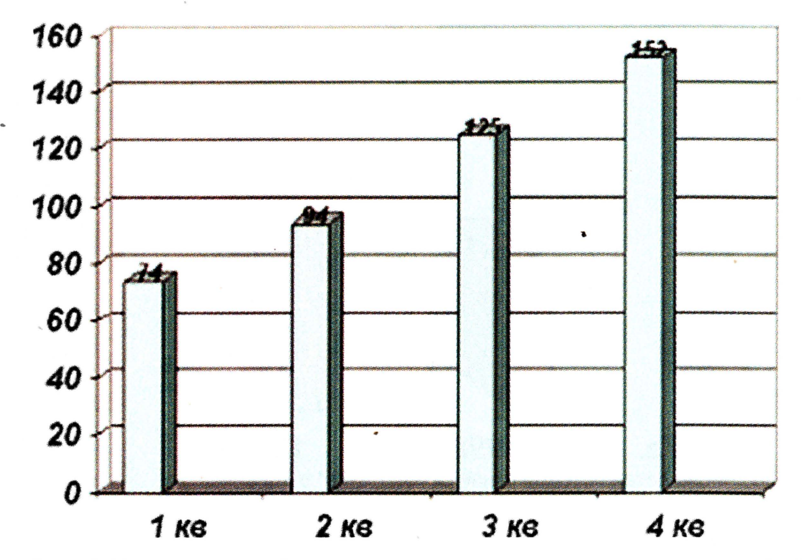


Рис. 4. Изменение долей московского рынка сотовой связи в период с 01.09.99 по 31.12.99



Рис. 5. Распределение абонентской базы сетей CDMA (IS-95) по федеральным округам

Следует отметить, что с момента ввода первой российской сети cdmaOne (1997 г., г. Челябинск) сохраняется тенденция равномерного распространения данного стандарта на регионы, примерно пропорциональная плотности населения. В отличие от других стандартов сотовой связи, в частности GSM, 75 % абонентской базы которого сосредоточено в Москве и Санкт-Петербурге, наибольшая часть абонентской базы сетей cdmaOne находится в регионах, а в Москве и Санкт-Петербурге — менее 16 % от ее общего числа (получается, что сети GSM и cdmaOne не находятся в острой конкуренции). Динамика изменения московского рынка радиотелефонной связи за 1999 г. приведена на **рис. 4**. В целом картина распределения абонентской базы по федеральным округам представлена на **рис. 5**.

По динамике прироста абонентской базы на этапе внедрения за три первых года сети cdmaOne продолжают занимать лидирующее положение. Сравнительная характеристика динамики прироста абонентской базы за три года внедрения сетей сотовой связи в России представлена в **табл. 3**.

Таблица 3

Стандарты	NMT-450	AMPS	GSM	IS-95
Число абонентов (1-й год)	304 (1991 г.)	1000 (1993 г.)	2125 (1994 г.)	5000 (1998 г.)
Число абонентов (2-й год)	6000 (1992 г.)	13619 (1994 г.)	12962 (1995 г.)	33000 (1999 г.)
Число абонентов (3-й год)	9000 (1993 г.)	34235 (1995 г.)	53896 (1996 г.)	81000 (2000 г.)

В общем, успех внедрения сетей cdmaOne в России очевиден. Конечно, приведенные статистические данные не столь внушительны, как аналогичные показатели за прошедший год отечественных сетей стандарта GSM. К сожалению, на уже сложившемся рынке сотовой связи в России появление и развитие сетей cdmaOne не встретило заинтересованной поддержки со стороны федеральных и других структур, от которых зависит состояние российского рынка. Их развитие законодательно ограничивалось предоставлением услуг фиксированной связи, а мнение отечественных ученых относительно перспективности использования технологии CDMA в сотовых сетях второго поколения не было принято во внимание. Однако заметим, что в нашу задачу не входит освещение политических предпосылок внедрения тех или иных систем связи в России. Поэтому в следующий раз поговорим о глобальных проблемах сотовой связи и о будущих системах 3G. ■